

MATERIA  
Esplacnoloxía

TITULACIÓN  
Grao en Medicina

unidade  
didáctica  
6

# Desenvolvemento embriolóxico. Bases morfolóxicas de malformacións conxénitas frecuentes

Antonio Domínguez Meijide

Área de Anatomía e Embrioloxía Humana  
Departamento de Ciencias Morfolóxicas  
Facultade de Medicina e Odontoloxía

unidadesdidácticas  
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA





Esta obra atópase baixo unha licenza internacional Creative Commons BY-NC-ND 4.0. Calquera forma de reprodución, distribución, comunicación pública ou transformación desta obra non incluída na licenza Creative Commons BY-NC-ND 4.0 só pode ser realizada coa autorización expresa dos titulares, salvo excepción prevista pola lei. Pode acceder Vde. ao texto completo da licenza nesta ligazón: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.gl>

© Universidade de Santiago de Compostela, 2023

**Deseño e maquetación**

J. M. Gairí

**Edita**

Edicións USC

<https://www.usc.gal/publicacions>

**DOI**

<https://dx.doi.org/10.15304/9788419679765>

**MATERIA:** Esplacnoloxía

**TITULACIÓN:** Grao en Medicina

PROGRAMA XERAL DO CURSO

Localización da presente unidade didáctica

### **Unidade I. Anatomía descritiva e funcional do aparato cardiocirculatorio**

Xeneralidades do aparato cardiocirculatorio

Morfoloxía exterior do corazón

Morfoloxía interna

Estrutura do corazón

Sistema da arteria aorta

Sistema venoso

Sistema linfático

### **Unidade II. Anatomía descritiva e funcional do aparato respiratorio**

Xeneralidades do aparato respiratorio

Anatomía descritiva e funcional das fosas nasais e os seos paranasais

Anatomía descritiva e funcional da larinxe

Anatomía descritiva e funcional da traquea e bronquios principais

Anatomía descritiva e funcional dos pulmóns

Árbore bronquial

As pleuras

### **Unidade III. Anatomía descritiva e funcional do aparato dixestivo**

Xeneralidades do aparato dixestivo

A boca: vestíbulo bucal

A farinxe

Esófago

Estómago

Duodeno-páncreas

Fígado

Bazo

Intestino groso

Estudo do peritoneo no seu conxunto

### **Unidade IV. Anatomía descritiva e funcional do aparato xenitourinario**

Xeneralidades do aparato urinario

Ril

Anatomía da vexiga urinaria no home e na muller

Uretra masculina e feminina

Xeneralidades do aparato xenital masculino

Xeneralidades do aparato xenital feminino

Anatomía das glándulas mamarias

**Unidade V. Anatomía descritiva e funcional do aparato endócrino**

Organización xeral do aparato endócrino

**Unidade VI. Desenvolvemento embriolóxico. Bases morfolóxicas de malformacións conxénitas frecuentes**

Desenvolvemento embriolóxico do aparato cardiocirculatorio

Desenvolvemento embriolóxico do aparato respiratorio

Desenvolvemento embriolóxico do aparato dixestivo

Desenvolvemento embriolóxico do aparato xenitourinario

## **ÍNDICE**

---

### **CONTEXTUALIZACIÓN**

Presentación

Xustificación

### **COMPETENCIAS**

### **OBXECTIVOS**

### **METODOLOXÍA**

Seminarios

### **CONTIDOS**

1. Desenvolvemento embriolóxico do aparato cardiocirculatorio
  - 1.1. Desenvolvemento embriolóxico do corazón
    - 1.1.1. Formación do tubo cardíaco primitivo
    - 1.1.2. Pregamento do corazón
    - 1.1.3. Tabicación do corazón
  - 1.2. Desenvolvemento embriolóxico do arco aórtico e da arteria pulmonar
  - 1.3. Malformacións conxénitas do aparato cardiocirculatorio
2. Desenvolvemento embriolóxico do aparato respiratorio
  - 2.1. Desenvolvemento embriolóxico da larinxe, a traquea, os bronquios e os pulmóns
    - 2.1.1. Desenvolvemento do divertículo respiratorio
    - 2.1.2. Desenvolvemento dos bronquios
    - 2.1.3. Desenvolvemento dos pulmóns
  - 2.2. Malformacións conxénitas do aparato respiratorio
3. Desenvolvemento embriolóxico do aparato dixestivo
  - 3.1. Formación do intestino primitivo e a súa vascularización
    - 3.1.1. Desenvolvemento do intestino anterior e estruturas relacionadas
    - 3.1.2. Desenvolvemento do intestino medio e estruturas relacionadas
    - 3.1.3. Desenvolvemento do intestino posterior e estruturas relacionadas
  - 3.2. Malformacións conxénitas do aparato dixestivo
4. Desenvolvemento embriolóxico do aparato xenitourinario
  - 4.1. Desenvolvemento embriolóxico do aparato urinario
    - 4.1.1. Formación e migración dos riles

- 4.1.2. Desenvolvemento da vexiga e do seo uroxenal definitivo
- 4.2. Desenvolvemento embrionario do aparato xenital
  - 4.2.1. Desenvolvemento embrionario do aparato xenital masculino
  - 4.2.2. Desenvolvemento embrionario do aparato xenital feminino
- 4.3. Malformacións conxénitas do aparato xenitourinario
  - 4.3.1. Malformacións conxénitas dos riles
  - 4.3.2. Outras malformacións conxénitas do aparato urinario
  - 4.3.3. Malformacións conxénitas do aparato xenital masculino
  - 4.3.4. Malformacións conxénitas do aparato xenital feminino

## **AVALIACIÓN**

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Atlas de anatomía
- Libros de texto de anatomía
- Libros de texto de embrioloxía

## **ANEXOS**

## **CONTEXTUALIZACIÓN**

---

### **Presentación**

A unidade didáctica «Desenvolvemento embriolóxico. Bases morfolóxicas de malformacións conxénitas frecuentes» está incluída na materia ESPLACNOLOXÍA (6 ECTS), que se imparte durante o segundo semestre do primeiro curso do Grao en Medicina na Universidade de Santiago de Compostela. Esta unidade cursarase ao longo de toda a materia, de xeito transversal, e explicará o desenvolvemento embriolóxico de cada aparato despois de que se explique a súa anatomía morfolóxica e funcional nas anteriores unidades didácticas.

Esta unidade didáctica centrarase no estudo do desenvolvemento embrionario e fetal dos aparatos cardiocirculatorio, respiratorio, dixestivo e xénito-urinario. Tamén se estudará como alteracións no desenvolvemento embrionario e fetal dan lugar a malformacións conxénitas. Organízase en 4 temas, que se impartirán en 4 sesións de seminarios de 50 minutos cada unha.

### **Xustificación**

A esplanoloxía é unha materia fundamental no Grao de Medicina xa que o coñecemento da anatomía dos órganos e sistemas que constitúen o corpo humano é imprescindible para o exercicio da profesión médica.

Dentro da esplanoloxía, o coñecemento do desenvolvemento embrionario e fetal dos diferentes órganos que constitúen o corpo humano é fundamental para poder comprender as relacións anatómicas no adulto. Esta unidade didáctica relaciónase coas unidades didácticas I, II, III e IV da materia, achegando unha visión xeral de todo o organismo humano e permitindo unha maior visión das relacións entre os diferentes aparatos do corpo humano adulto. Ademais, o coñecemento do desenvolvemento embrionario e fetal normal dos aparatos do corpo humano é a base que permite identificar malformacións conxénitas. Isto é relevante para o estudo das bases conxénitas de diferentes patoloxías que afectan a neonatos. Finalmente, esta unidade didáctica complementa e permite aplicar os coñecementos adquiridos na materia de embrioloxía.

## **COMPETENCIAS**

---

Esta unidade didáctica contribuirá, dentro das competencias específicas da materia de esplanoloxía a adquirir as seguintes:

- CEMI.12. - Coñecer o desenvolvemento embrionario e a organoxénese.
- CEMI.15. - Coñecer o crecemento, maduración e envellecemento dos distintos aparatos e sistemas.

Ademais, esta unidade didáctica contribuirá á adquisición das seguintes competencias xerais do Grao en Medicina:

- CX7. Comprender e recoñecer a estrutura e función normal do corpo humano, a nivel molecular, celular, tisular, orgánico e de sistemas, nas distintas etapas da vida e nos dous sexos.
- CX9. Comprender e recoñecer os efectos, mecanismos e manifestacións da enfermidade sobre a estrutura e función do corpo.
- CX31. Coñecer, valorar criticamente e saber utilizar as fontes de información clínica e biomédica para obter, organizar, interpretar e comunicar a información científica e sanitaria.
- CX36. Ser capaz de formular hipóteses, recolectar e valorar de forma crítica a información para a resolución de problemas, seguindo o método científico.

## **OBXECTIVOS**

---

Os obxectivos xerais da materia serían os seguintes:

- Comprender e recoñecer a estrutura normal do corpo humano, a nivel orgánico e de sistemas, nas distintas etapas da vida e nos dous sexos.
- Coñecer, comprender e ser capaz de aplicar axeitadamente a terminoloxía anatómica (nómina anatómica).
- Coñecer identificar e ser capaz de situar axeitadamente as diferentes partes dos aparatos do corpo humano.
- Adquirir os coñecementos morfolóxicos que lle permitan realizar unha exploración física básica.

Os obxectivos específicos da unidade didáctica serían os seguintes:

- Comprender e recoñecer a estrutura normal do corpo humano na etapa embrionaria e na etapa fetal.
- Visualizar a evolución e desenvolvemento dos órganos do corpo humano ao longo da etapa embrionaria e da etapa fetal.
- Analizar como alteracións no desenvolvemento embrionario dos órganos e sistemas do corpo humano poden levar a diferentes malformacións e enfermidades conxénitas.
- Relacionar as estruturas anatómicas embrionarias e fetais coas estruturas anatómicas do adulto.

## **METODOLOXÍA**

---

Impartiranse seminarios no numero de sesións e duración descritas na presentación da unidade.



## Seminarios

Terán lugar nas aulas 4 e 5 da Facultade de Medicina e Odontoloxía. Impartiranse en grupos de aproximadamente 60 alumnos. En primeiro lugar, introducirase o tema que se vai tratar xunto coa súa relación coas outras unidades didácticas da materia e a bibliografía recomendada. A continuación explicaranse os contidos dun tema concreto mediante o emprego dunha metodoloxía activo-participativa. Cada sesión rematarase coa resolución dunha serie de problemas clínicos para afianzar os coñecementos adquiridos. Os alumnos traballarán durante os seminarios de xeito individual, e recoméndase que veñan provistos de papel e lapis. Para desenvolver os seminarios empregaranse as seguintes ferramentas didácticas e medios de ensinanza:

- Proxección de vídeos e imaxes que ilustren o desenvolvemento embrionario dos diferentes órganos e sistemas do corpo humano.
- Realización de actividades manuais e de papiroflexia que permitan obter unha mellor visión tridimensional do desenvolvemento dos sistemas cardiovascular e dixestivo.
- Resolución de problemas clínicos sobre malformacións e trastornos conxénitos frecuentes.
- Realización de esquemas e debuxos no encerado e por parte dos alumnos.

## CONTIDOS

---

Nesta unidade didáctica describírase o desenvolvemento embrionario e fetal dos sistemas cardiocirculatorio, respiratorio, dixestivo e xénito-urinario. Tamén se explicarán as bases morfolóxicas de malformacións e trastornos conxénitos frecuentes.

### **1. Desenvolvemento embriolóxico do aparato cardiocirculatorio**

O sangue e o aparato cardiovascular desenvólvense á vez. Os dous xorden do mesoderma mediados da terceira semana do desenvolvemento embrionario. O corazón comeza a funcionar a comezos da cuarta semana.

#### ***1.1. Desenvolvemento embriolóxico do corazón***

Durante as semanas cuarta, quinta e sexta do desenvolvemento embrionario prodúcese grandes cambios morfolóxicos no embrión. Este prégase e estende a cavidade amniótica que pasa a rodealo por completo. A consecuencia deste pregamento, fórmanse o tubo dixestivo primitivo, o tubo neural, as cavidades corporais intraembrionarias, e o tubo cardíaco primitivo.

### 1.1.1. Formación do tubo cardíaco primitivo

Durante o comezo deste proceso, e ventralmente ao tubo dixestivo fórmanse dous pequenos grupos de células especializadas. Estes grupos de células, a consecuencia do pregamento do embrión vanse aproximando ata unírense. O tubo que se forma, denominado tubo cardíaco, está rodeado por unha cavidade serosa, a cavidade pleuropericárdica. Á vez que isto sucede, o tubo cardíaco en formación vai adquirindo unha posición máis ventral e caudal. O tubo cardíaco dilátase formando catro segmentos avultados. De cranial a caudal son: o bulbo cardíaco, o ventrículo primitivo, o seo venoso e o atrio primitivo.

### 1.1.2. Pregamento do corazón

Os segmentos do tubo cardíaco primitivo hanse ir tabicando e pregando ata formar o corazón. Os troncos venosos que van cara ao corazón ábrense ao atrio primitivo. No seu conxunto, o seo venoso e o atrio, darán lugar ás aurículas. O ventrículo primitivo e parte do bulbo cardíaco darán lugar aos ventrículos. Ademais parte do bulbo cardíaco dará tamén lugar ao tronco arterioso. O tubo cardíaco prégase sobre si mesmo. O tubo cardíaco pasa a adquirir unha estrutura en forma de U. Así, as aurículas en formación pasan a unha posición máis cranial e os ventrículos en formación a unha posición máis caudal.

### 1.1.3. Tabicación do corazón

A partir do día 27 comeza a producirse a formación dos tabiques cardíacos. Dentro do saco cardioxénico fórmanse cinco almofadas endocárdicas: unha cranial, unha caudal, dúas laterais e unha medial. A almofada endocárdica medial ten forma de cruz. As almofadas endocárdicas esténdense de maneira directa polo seu propio crecemento e de maneira indirecta polo crecemento dos ventrículos.

No atrio primitivo fórmase un septo que o divide parcialmente en aurícula esquerda e aurícula dereita. Este septo, denominado *septum primum* é incompleto. Cando a cavidade auricular aumenta no seu tamaño, na aurícula dereita aparece outro septo, o *septum secundum*, que tampouco é completo. Así as dúas aurículas permanecen comunicadas por un forame, denominado forame oval, ata o momento do nacemento.

Entre as aurículas e os ventrículos fórmase un septo, o *septum intermedium*. Este septo formará os forames aurículo-ventriculares e o septo aurículo-ventricular.

No ventrículo primitivo fórmase tamén un septo denominado *septum inferius* que formará o septo interventricular.

No bulbo cardíaco tamén se forma un septo, que está unido ao septo interventricular. A súa formación dividirá o ventrículo primitivo e o tronco cardíaco en dous troncos. Estes troncos son o pulmonar e o aórtico. Ambos os troncos permanecen comunicados polo forame interventricular ata o momento do nacemento.

### ***1.2. Desenvolvemento embriolóxico do arco aórtico e da arteria pulmonar***

O osíxeno chega polo cordón umbilical antes do nacemento. O sangue osixenado mestúrase co sangue non osixenado no corazón. Ademais de polos forames ovais e interventricular, no feto o sangue mestúrase polo conduto arterioso ou de Botal que comunica o arco aórtico e a arteria pulmonar. Este conduto desaparece pouco despois do nacemento. A división do bulbo cardíaco na parte máis cranial, polo tabique espiral completa a separación dos troncos pulmonar e aórtico. O xiro do tabique espiral é o que leva a que a arteria pulmonar se sitúe por diante da arteria aorta.

### ***1.3. Malformacións conxénitas do aparato cardiocirculatorio***

Alteracións durante a formación do corazón dan lugar á aparición de anomalías conxénitas. Estas poden ser asintomáticas ou poden chegar a ser incompatibles coa vida.

O conduto arterioso que comunica o arco aórtico coa arteria pulmonar pode non pecharse. Se isto sucede, o sangue da circulación pulmonar mestúrase co da circulación maior.

O septo interauricular e/ou o septo interventricular non se pecha. Se isto sucede, o sangue da circulación pulmonar mestúrase co da circulación maior no corazón.

Alteracións na formación e xiro do tabique espiral poden levar á trasposición das arterias pulmonar e aorta.

Malformacións nas válvulas do corazón levan a insuficiencia ou estenose valvular conxénita.

## **2. Desenvolvemento embriolóxico do aparato respiratorio**

O aparato respiratorio ten orixe endodérmica e mesodérmica. O revestimento interno da larinxe, a traquea, os bronquios e os pulmóns son de orixe endodérmica. Os compoñentes cartilaxinosos, musculares e conxuntivos da traquea e dos pulmóns son de orixe mesodérmica.

### ***2.1. Desenvolvemento embriolóxico da larinxe, a traquea, os bronquios e os pulmóns***

A partir da cuarta semana de vida, a expresión de diferentes factores de transición nas zonas ventrais e dorsais do intestino anterior leva a iniciarse o desenvolvemento do aparato respiratorio.

### 2.1.1. *Desenvolvemento do divertículo respiratorio*

A expresión de factores de transcrición leva á aparición dunha excrecencia na parte ventral do intestino anterior. Esta comunícase co intestino anterior. O crecemento caudal, xa do divertículo, leva á formación de dúas cristas lonxitudinais chamadas cristas traqueoesofáxicas. A medida que o divertículo respiratorio se segue expandindo caudalmente, as cristas traqueoesofáxicas vanse fusionando para formar o tabique traqueoesofáxico. O intestino anterior queda dividido nunha porción dorsal, o esófago, e nunha porción ventral. Da porción ventral xorden a traquea e as xemas bronquiais.

### 2.1.2. *Desenvolvemento dos bronquios*

As xemas bronquiais expándense caudalmente e convértense nos bronquios principais de onde xorden xemacións adicionais. Estas xemacións adicionais son tres no bronquio dereito e dúas no bronquio esquerdo. Estas xemas convértense nos bronquios secundarios, e o seu número indica o número de lóbulos que terán os pulmóns. Dos bronquios secundarios xorden novas xemas que se expandirán e así ata 23 divisións (17 prenatais e 6 posnatais).

### 2.1.3. *Desenvolvemento dos pulmóns*

Máis de 50 xenes participan na formación dos pulmóns, xa que moitas moléculas diferentes contribúen á morfoxénese pulmonar. De entre estas moléculas destaca o factor de crecemento de fibroblastos 10 (FGF-10 polas súas siglas en inglés). A secreción de FGF estimula o crecemento epitelial cara á rexión de secreción. Durante as semanas 4 a 7, os pulmóns en desenvolvemento expándense cara ás cavidades pleurais bilaterais e comezan a enchelas. A partir da oitava semana, distínguense unha serie de etapas.

Desde a semana 8 á 16 ten lugar a etapa pseudoglandular. Nesta etapa os pulmóns teñen unha estrutura histolóxica semellante á dunha glándula. Os vasos sanguíneos van en paralelo aos condutos principais.

Desde a semana 17 á 26 ten lugar a etapa canalicular. Nesta etapa fórmanse os bronquíolos respiratorios e os condutos alveolares. As células epiteliais distais comezan a súa diferenciación en células alveolares dos tipos un e dous. Os vasos sanguíneos invaxínanse nos pulmóns, que continúan o seu desenvolvemento.

Desde a semana 27 ata o parto ten lugar a etapa dos sacos terminais. Os alvéolos respiratorios primitivos orixínanse nesta etapa. As células alveolares tipo dous comezan a segregar un material surfactante que facilita a expansión dos alvéolos.

Durante as catro últimas semanas do embarazo, e ata os 8 ou 10 anos ten lugar a etapa alveolar. Os alvéolos pulmonares fórmanse nesta etapa. Máis do 90 % dos alvéolos formaranse despois do nacemento. Fórmanse tabiques secundarios que dividirán aínda máis os sacos alveolares.

## **2.2. Malformacións conxénitas do aparato respiratorio**

Alteracións durante a formación do aparato respiratorio dan lugar a malformacións conxénitas. Estas son de diferente gravidade, chegando a ser incompatibles coa vida. Os seus tratamentos varían moito e poden ir desde tratamentos farmacolóxicos ata procesos cirúrxicos.

Alteracións durante a formación do divertículo respiratorio poden dar lugar á aparición de xemas respiratorias adicionais. Estas poden dar lugar a lóbulos ectópicos que se desenvolven de maneira independente do aparato respiratorio principal.

Alteracións durante a formación e desenvolvemento do tabique traqueoesofáxico dan lugar ás denominadas fístulas traqueoesofáxicas. Dentro destas, as máis comúns son aquelas nas que o esófago remata nunha bolsa cega. O alimento inxerido volve á boca e é vomitado en neonatos que presentan esta malformación que debe ser corrixiada mediante cirurxía.

Alteracións na formación dos alvéolos poden dar lugar á formación de quistes pulmonares conxénitos.

Alteracións na formación das células alveolares tipo dous, ou na composición da secreción surfactante, dan lugar á enfermidade das membranas hialinas. Esta enfermidade caracterízase por un esforzo excesivo para respirar.

## **3. Desenvolvemento embriolóxico do aparato dixestivo**

O intestino ten orixe endodérmica. Deriva do endodermo que rodea o saco vitelino. Durante a segunda e a terceira semana do desenvolvemento embrionario, o embrión prégame cara ao plano medio. O pregamento do embrión estende a cavidade amniótica que pasa a rodealo por completo. A consecuencia deste pregamento, fórmanse o tubo dixestivo primitivo, o tubo neural, as cavidades corporais intraembrionarias, e o tubo cardíaco primitivo.

### **3.1. Formación do intestino primitivo e a súa vascularización**

O tubo dixestivo primitivo xurdido do pregamento do embrión divídese en catro partes: o intestino farínxeo, o intestino anterior, o intestino medio e o intestino posterior.

O tubo está pechado por ambos os extremos. Porén, a porción central do tubo comunícase co saco vitelino ao través do conduto vitelino. O extremo cranial dá lugar á boca e abrírase durante a cuarta semana. A boca comunica o tubo intestinal coa cavidade amniótica. O extremo caudal abrírase durante a sétima semana e dará lugar ao ano. Ao longo do tubo aparecen unha serie de esbozos dos cales xurdirán diversas estruturas gastrointestinais e respiratorias.

### 3.1.1. *Desenvolvemento do intestino anterior e estruturas relacionadas*

O intestino anterior está vascularizado polo tronco celíaco. Orixina a farinxe, o esófago, o estómago e parte do duodeno (ata a *caruncula maior*).

O estómago xorde como unha dilatación do intestino anterior durante a cuarta semana. Durante o seu desenvolvemento, prodúcese un xiro de 90 graos arredor do eixo lonxitudinal en sentido horario. Á vez prodúcese tamén outro xiro arredor do eixo anteroposterior. Estes xiros provocan que o estómago se sitúe na súa posición definitiva. Nesta etapa tamén se forman as curvaturas maior e menor.

A formación e xiros do estómago provocan cambios na posición do mesenterio dorsal. O mesenterio dorsal vaise alongando mentres isto sucede. As capas do mesenterio dorsal tamén se fusionan para formar o epíloon maior, que se insire na curvatura maior do estómago e cobre as asas do xexuno e do íleo.

O fígado xorde dun esbozo hepático que aparece a metade da terceira semana. Un conxunto de células entran no tabique transversal provocando o crecemento do fígado. O crecemento do fígado dividirá o septo transversal en mesenterio ventral e mesenterio dorsal. O mesenterio ventral dividirase en epíloon menor e ligamento falciforme. O mesenterio dorsal ten unha serie de partes en función da estrutura coa que se relaciona. Así temos mesogastrio, mesoduodeno, mesocolon e mesenterio.

O páncreas xorde de dous esbozos: un ventral e un dorsal. Estes dous esbozos pancreáticos expándense e o ventral rota cara a unha posición máis dorsal. Finalmente, xuntase co esbozo pancreático dorsal. Do esbozo pancreático ventral deriva a parte inferior da cabeza do páncreas. Do esbozo pancreático dorsal derivan a parte superior da cabeza, o corpo e a cola do páncreas.

### 3.1.2. *Desenvolvemento do intestino medio e estruturas relacionadas*

O intestino medio está vascularizado pola arteria mesentérica superior. Orixina o duodeno distal e os dous terzos superiores do intestino grosso. O intestino medio do embrión ten, inicialmente, un único xiro denominado asa intestinal primaria. Esta conéctase co saco vitelino ao través do conduto vitelino. Na quinta semana a asa medra e xira 90 graos en sentido antihorario. Na sexta semana prodúcese un gran crecemento e as asas saen cara ao cordón umbilical. Esta herniación fisiolóxica dura ata aproximadamente a décima semana. Na novena semana, as asas intestinais comezan o regreso á cavidade abdominal e xiran outros 180 graos en dirección antihoraria. O colon ascendente e o descendente pasan a ser retroperitoneais secundarios.

O lumen do intestino fórmase por recanalización. O intestino é sólido, pero no seu interior comezan a formarse vacúolos que se fusionan entre si ata formaren o lumen intestinal.

### 3.1.3. *Desenvolvemento do intestino posterior e estruturas relacionadas*

O intestino posterior está vascularizado pola arteria mesentérica inferior. Orixina o terzo inferior do intestino grosso. Na sexta semana o tabique uorrectal separa

o seo uroxenital da canle anorrectal. Na sétima semana a membrana cloacal dexenera e prolifera o ectodermo no extremo do ano, o que evita a comunicación co exterior. Na novena semana fórmase unha canle no tecido ectodérmico formándose o extremo inferior da canle anal.

### **3.2. Malformacións conxénitas do aparato dixestivo**

Durante o seu desenvolvemento poden xurdir diferentes alteracións que poden levar a malformacións conxénitas do aparato dixestivo.

Alteracións no desenvolvemento do páncreas, como o crecemento de tecido derivado do esbozo pancreático ventral a ambos os lados do duodeno poden dar lugar a páncreas anulares. Estes poden causar estenose duodenal ao apertaren o duodeno.

Alteracións no crecemento do intestino medio poden provocar fístulas. Se se producen, poden saír excrementos ou moco polo embigo. Tamén existen alteracións na rotación do intestino, que poden ser a ausencia total de rotación, a rotación en sentido inverso ou que o cego do intestino groso se localice xusto debaixo do fígado. Alteracións na formación do lumen intestinal poden levar á formación de intestinos duplos, con dous lumens. Alteracións no retorno do intestino medio ao interior do feto, dan lugar aos coñecidos como onfaloceles. Nos onfaloceles o contido abdominal está fóra do corpo.

Alteracións no crecemento do intestino posterior poden dar lugar a diferentes variantes de fístulas e atresias na zona perianal.

## **4. Desenvolvemento embriolóxico do aparato xenitourinario**

O aparato xenitourinario ten orixe maioritariamente mesodérmica. Durante a terceira semana do desenvolvemento embrionario xéranse as cristas uroxenitais. Das cristas uroxenitais xurdirán os aparatos urinario e xenital.

### **4.1. Desenvolvemento embriolóxico do aparato urinario**

Durante o desenvolvemento embriolóxico existen tres sistemas renais. De cranial a caudal son o pronefros, o mesonefros e o metanefros.

O pronefros localízase na rexión cervical. É o primeiro sistema renal do embrión e non chega a ser funcional.

O mesonefros localízase na rexión torácico-lumbar. É o segundo sistema renal do embrión e é funcional ata a terceira semana. Está constituído por unidades excretoras chamadas nefronas e por túbulos mesonéfricos. O seu conduto colector é o conduto mesonéfrico ou de Wolff que en varóns evoluciona aos condutos deferentes.

O metanefros localízase na rexión sacra. Dará lugar ao ril definitivo.

#### **4.1.1. Formación e migración dos riles**

A combinación dunha evxinación do conduto mesonéfrico denominada xema ureteral e do blastema metanéfrico será o que forme o sistema excretor e colector.

A interacción entre a xema ureteral e o mesodermo metanéfrico produce a expansión e ramificación da xema ureteral. Deste proceso xorden a pelve renal, os cálices maiores e menores, e de un a tres millóns de túbulos colectores. Os túbulos colectores converxen nos cálices menores e forman as pirámides renais. A elongación do extremo terminal de cada brote ureteral formará os uréteres.

Durante as semanas sexta a novena, os riles en formación rotan e ascenden, se ben o desprazamento é relativo xa que a posición caudal aos riles medra máis rapidamente.

#### *4.1.2. Desenvolvemento da vexiga e do seo uroxenital definitivo*

Na oitava semana do desenvolvemento embrionario fórmanse a vexiga e o seo uroxenital definitivo. A vexiga é superior e ten maior tamaño. Continúase coa alantoides na rexión umbilical. A desaparición desta continuidade formará o uraco. O seo uroxenital definitivo dará lugar á uretra prostática, membranosa e peniana en varóns e á vexiga e á uretra en mulleres. A expansión do seo uroxenital fai que os condutos mesonéfricos se inclúan na vexiga. Os condutos mesonéfricos darán lugar aos condutos exaculadores en varóns, mentres que en mulleres dexeneran. A vexiga ten orixe mesodérmica e endodérmica. Os condutos mesonéfricos son mesodérmicos e a cloaca é endodérmica.

### **4.2. Desenvolvemento embrionario do aparato xenital**

Ata a sétima semana o desenvolvemento do aparato xenital é común para ambos sexos. Os sistemas mesonéfricos e as futuras gónadas fórmanse nas cristas uroxenitais a finais da cuarta semana. Esa mesma semana tamén se forman os condutos mesonéfricos ou de Wolff e os condutos paramesonéfricos ou de Müller.

As cristas uroxenitais fórmanse pola migración de células xerminais primixenias desde o epiblasto. Na sétima semana fórmanse as gónadas, aínda indiferenciadas. Dentro das gónadas indiferenciadas fórmanse os cordóns sexuais primitivos. Estes poden ser medulares ou corticais.

#### *4.2.1. Desenvolvemento embrionario do aparato xenital masculino*

Ao final da sétima semana comeza a diferenciación da gónada en testículos. Os cordóns medulares forman a rede testicular xunto coas células xerminais, as células de Sertoli e as células de Leydig. Fórmase a túnica albugínea e os condutos eferentes e deferentes. As células de Leydig producen testosterona. Así, a formación do testículo produce diferentes factores que levan á formación dos condutos deferentes, dos epidídimos, e á estimulación dos xenitais externos para a formación do pene, o escroto e a próstata.

Os condutos mesonéfricos ou de Wolff permanecen e dan lugar ao epidídimo e aos condutos deferentes. Os condutos paramesonéfricos dexeneran.



A produción de dihidrotestosterona leva á diferenciación dos xenitais externos. Os xenitais externos indiferenciados compóñense dun tubérculo xenital, unha protuberancia xenital e unhas pregas uretrais e anais. En varóns, o tubérculo xenital elóngase formando o pene. As pregas uretrais fúsiónanse ao longo da parte ventral do pene formando a uretra peniana. A porción máis distal da uretra sofre a proliferación de células ectodérmicas e fórmase a saída uretral e o glande. As protuberancias xenitais aumentan de tamaño formando o escroto.

Os testículos descenden guiados polos gubernáculos fibrosos. Pasan polo conduto inguinal e arrastran con eles a todas as estruturas vasculonerviosas. Descenden por detrás dunha extensión en forma de dedo de luva do peritoneo parietal denominada proceso vaxinal. Péchase na rexión do cordón espermático en torno ao nacemento.

#### *4.2.2. Desenvolvemento embrionario do aparato xenital feminino*

Ao final da sétima semana comeza a diferenciación da gónada en ovarios. Os cordóns medulares dexeneran e dos cordóns corticais xorden as células foliculares e os oocitos primarios.

A formación dos ovarios leva á produción de estróxenos. Consecuencia disto, estímúlanse os condutos paramesonérficos ou de Müller, que darán lugar á trompa, ao útero e ao terzo superior da vaxina. Os condutos mesonérficos dexeneran. O útero e a parte superior da vaxina xorden da fusión do extremo inferior dos condutos paramesonérficos.

A produción de estróxenos leva á diferenciación dos xenitais externos. Os xenitais externos indiferenciados compóñense dun tubérculo xenital, unha protuberancia xenital e unhas pregas uretrais e anais. En mulleres, o tubérculo xenital forma o clítoris. As pregas uretrais mantéñense separadas e forman os labios menores. As protuberancias xenitais medran e non se fusionan formando os labios maiores. Do seo uroxenital fórmase unha uretra curta e as glándulas de Bartholino e Skene.

### **4.3. Malformacións conxénitas do aparato xenitourinario**

Durante o seu desenvolvemento poden xurdir diferentes alteracións que poden levar a malformacións conxénitas do aparato xenitourinario.

#### *4.3.1. Malformacións conxénitas dos riles*

Alteracións na migración dos riles poden dar lugar a unha localización anómala destes. Tamén poden suceder axeneses unilaterais, hipoplasias renais e a aparición de riles supernumerarios ou dun único ril en ferradura. Outro trastorno é a aparición de quistes, en riles poliquísticos. Este trastorno coñécese como enfermidade renal poliquística conxénita. A maiores destes trastornos individuais pode suceder a secuencia de Potter, onde unha axenese renal reduce a función urinaria, producindo

oligohidramnios que causan luxación de cadeira, cara e orellas aplanadas, e hipoplasia pulmonar. A hipoplasia pulmonar consecuencia da secuencia de Potter pode levar á morte.

#### *4.3.2. Outras malformacións conxénitas do aparato urinario*

Ademais de alteracións nos riles, poden ter lugar malformacións derivadas do desenvolvemento dos uréteres. Pode haber duplicacións ureterais totais ou parciais. Tamén poden xurdir uréteres ectópicos que non se dirixen á vexiga urinaria.

Alteracións no desenvolvemento da vexiga urinaria poden dar lugar a fistulas, quistes ou seos por unha incorrecta formación do uraco. Tamén poden producirse extrofias vesicais.

#### *4.3.3. Malformacións conxénitas do aparato xenital masculino*

Alteracións na diferenciación dos xenitais externos poden dar lugar á aparición de epispadias ou hipospadias por fusión incorrecta das pregas uretrais ou por abertura incorrecta do cordón epitelial que pecha a saída da uretra peniana. Unha fusión incorrecta do tubérculo xenital pode dar lugar a un pene bífido. Alteracións na produción hormonal poden dar lugar a micropenes.

Alteracións no descenso dos testículos dan lugar a criptorquidias por un descenso incompleto. Cando o proceso vaxinal non se oblitera e leva á acumulación de líquido no escroto prodúcese hidroceles. Ademais de hidroceles, se o proceso vaxinal produce o desprazamento das vísceras abdominais, leva á formación de hernias inguinais conxénitas.

#### *4.3.4. Malformacións conxénitas do aparato xenital feminino*

Alteracións na fusión da parte inferior dos condutos paramesonéfricos ou de Müller dar lugar a alteracións na forma do útero. Pódese formar un útero unicornes, un útero bicorne, un útero separado ou tabicado e incluso a presenza de formacións duplas. Ademais de alteracións no útero pódense producir alteracións na parte superior da vaxina como tabicacións.

Alteracións na produción hormonal poden dar lugar a hiperplasias peniformes do clítoris.

## **AVALIACIÓN**

---

Os contidos desta unidade didáctica avaliaranse a través do exame final teórico da materia. En xeral, este constará dunha serie de preguntas tipo test con 5 posibles respostas, das cales só unha é correcta.

## BIBLIOGRAFÍA

---

### Atlas de anatomía

PAULSEN Friedrich, WASCHKE Jen. *Sobotta. Atlas de anatomía humana*. (24ª ed). Editorial Elsevier.

SCHUNKE Michael, SHULTE Erik, SHUMACHER Udo. *Prometheus. Texto y Atlas de Anatomía*. (5ª ed). Editorial Médica Panamericana.

### Libros de texto de anatomía

DRAKE Richard L, MITCHELL Adam WM, VOGL Wayne. *Gray Anatomía para estudantes* (4ª ed). Editorial Elsevier.

GARCÍA PORRERO Juan A, HURLÉ Juan M. *Anatomía humana*. (2ª ed). Editorial Médica Panamericana.

### Libros de texto de embrioloxía

CARLSON Bruce. *Embriología humana y biología del desarrollo*. (6ª ed) Editorial Elsevier.

MOORE Keith, PERSAUD TVN. *Embriología Clínica*. (8ª ed) Editorial Elsevier.

SADLER Thomas W. *Langman, Embriología Médica*. (12ª ed) Editorial Wolters-Kluwer.

WEBSTER Samuel y DE WREEDE Rhiannon. *Embriología: lo esencial de un vistazo*. (1ª ed). Editorial Médica Panamericana.

## ANEXOS

---

Recomendacións para o estudo da unidade didáctica:

Para o estudo da seguinte unidade didáctica é importante que os alumnos teñan en conta o seguinte:

- A asistencia aos seminarios é fundamental.
- O uso do material bibliográfico recomendado é imprescindible para o estudo e comprensión da organización das estruturas anatómicas e para a resolución dos problemas.
- A participación do alumno favorece a aprendizaxe, así como as preguntas todas as dúbidas que poidan xurdir ao longo das clases e do estudo da materia.
- É conveniente antes de cada sesión repasar a anatomía do sistema obxecto de estudo no adulto.
- A realización de esquemas organizados facilita a comprensión dos movementos das estruturas embrionarias e fetais durante o seu desenvolvemento.
- A visualización dos vídeos e imaxes recomendados facilita en gran medida a comprensión dos cambios morfolóxicos e dos movementos das estruturas embrionarias e fetais



Unha colección orientada a editar materiais docentes de calidade e pensada para apoiar o traballo do profesorado e do alumnado de todas as materias e titulacións da universidade

unidadesdidácticas  
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA