

TEMA 16

TESTÍCULO

INTRODUCCIÓN AL APARATO GENITAL MASCULINO

TESTÍCULO

Organización histológica

Estroma

Parénquima

Lobulillo testicular

Túbulo seminífero

Estructura de la pared del túbulo seminífero

Epitelio seminífero

Células de Sertoli

Células espermatogénicas

Lámina propia

Espermatogénesis

Fase espermatogónica o de proliferación

Fase espermatocítica o de meiosis

Fase de espermatide o espermiogénesis

Espermatozoide maduro

Tejido intersticial testicular

INTRODUCCIÓN AL APARATO GENITAL MASCULINO

El aparato genital masculino está compuesto por:

- los **testículos** (las gónadas masculinas) que llevan a cabo la **espermatogénesis** (el proceso de formación y maduración de los gametos o células germinales masculinas, los espermatozoides) y la **síntesis de andrógenos** (hormonas sexuales masculinas)
- las **vías espermáticas** (túbulos rectos, rete testis, conductos eferentes, conducto del epidídimo, conducto deferente, conducto eyaculador y un segmento de la uretra) que transportan los espermatozoides al exterior
- las **glándulas sexuales anexas** (vesículas seminales, próstata y glándulas bulbouretrales) cuyas secreciones forman la mayor parte del semen y proporcionan nutrientes a los espermatozoides
- el **pene**, formado por tejido eréctil, es el órgano copulatorio

TESTÍCULO

Los testículos son órganos pares situados fuera de la cavidad abdominal, alojados en el escroto. Tienen forma ovoide, con una longitud de 4-5 cm y una anchura de 3 cm.

Los testículos se organizan como una **glándula exocrina compuesta** para la producción de los espermatozoides y como una **glándula endocrina** para la producción de las hormonas sexuales masculinas.

1.- ORGANIZACIÓN HISTOLÓGICA

El testículo presenta los dos componentes fundamentales de los órganos macizos: estroma y parénquima

- **Estroma**
 - la cápsula que rodea al testículo se llama **túnica albugínea** y es una capa muy gruesa de **tejido conectivo denso**. La parte más interna es una capa de tej. conectivo laxo con muchos vasos (**túnica vasculosa**). La túnica albugínea se engruesa en la cara posterior del testículo formando el **mediastino testicular**: los vasos sanguíneos y linfáticos y las vías espermáticas atraviesan esta zona para entrar o salir del testículo.
 - desde la cápsula se desprenden tabiques muy finos de tejido conectivo laxo (**tabiques testiculares**) que se introducen en el testículo y convergen hacia el mediastino testicular.

- **Parénquima**

El parénquima testicular está formado por unos 500-1000 **túbulos seminíferos** muy contorneados. Los tabiques testiculares delimitan unos 250-300 **lobulillos**.

Lobulillo testicular

- cada lobulillo contiene **1-4 túbulos seminíferos**
- cada **túbulo seminífero** tiene forma de U: el comienzo y el final del túbulo son rectos (**túbulos rectos**) y se sitúan cerca del mediastino testicular donde se continúan con la **rete testis**. El resto del túbulo es muy largo y está muy contorneado y plegado sobre sí mismo: esto hace que en las preparaciones histológicas los encontremos cortados en todos los planos posibles
- los espacios que hay entre los túbulos seminíferos están ocupados por el **tejido intersticial testicular**, una pequeña cantidad de tej. conectivo laxo con vasos, nervios y **células de Leydig**

2.- TÚBULO SEMINÍFERO

Cada túbulo seminífero tiene una longitud aproximada de 50 cm y un diámetro de 200 μm y es lugar en el que se lleva a cabo la espermatogénesis

a. Estructura de la pared del túbulo seminífero

La pared del túbulo seminífero está formada por un epitelio especial denominado **epitelio seminífero**, de 80 μm de altura. Por fuera de la **lámina basal** del epitelio se encuentra la **lámina propia** (tejido peritubular), una capa de tejido conectivo.

• Epitelio seminífero

El epitelio seminífero es un epitelio estratificado muy complejo en el que encontramos dos poblaciones celulares diferentes: las **células de Sertoli** (células de sostén) y las **células espermatogénicas**

▪ Células de Sertoli

Las células de Sertoli no se dividen en el testículo del adulto y representan $\approx 10\%$ de las células del epitelio seminífero. [Sin embargo, son el tipo celular predominante hasta la pubertad. En la vejez, cuando la población de células espermatogénicas decrece, vuelven a ser el tipo celular que predomina en el epitelio seminífero]

- son **células muy grandes** que se extienden desde la lámina basal hasta la luz del túbulo seminífero
- tienen un **núcleo grande e indentado**
 - * la cromatina está muy dispersa y en ella resalta un *nucléolo muy voluminoso* con algún grumo de heterocromatina asociada a él
 - * la forma y la ubicación del núcleo es variable: puede ser aplanado y situarse en la base de la célula o triangular u ovalado y estar situado a cierta distancia de la base celular.
- el **citoplasma presenta gran cantidad de orgánulos** como corresponde a una célula muy activa
 - * abundante REL y REG y un ap. de Golgi bien desarrollado
 - * muchas mitocondrias alargadas
 - * abundantes lisosomas, gránulos de lipofucsina y cuerpos residuales
 - * haces de microfilamentos y abundantes microtúbulos
 - * gránulos de glucógeno y gotitas lipídicas
 - * laminillas anulares apiladas
 - * estructuras cristaloides alargadas (*cristales de Charcot-Böttcher*) formadas por haces alargados de filamentos intermedios
- las **superficies apical y lateral son muy irregulares**
 - * presentan unas depresiones profundas ocupadas por las células espermatogénicas vecinas
 - * las superficies laterales tienen también prolongaciones laminares ramificadas que se sitúan entre las células espermatogénicas
 - * hay uniones gap y desmosomas entre las células de Sertoli vecinas y hemidesmosomas de unión a la lámina basal
 - * las prolongaciones más basales, paralelas a la lámina basal, están unidas por zonulas occludens y esto hace que en el epitelio seminífero se establezcan dos compartimentos:
 - o *un compartimento basal*, en el que se localizan las células espermatogénicas que sufren mitosis (espermatogonias) y los espermatocitos primarios recién formados [los espermatocitos primarios se incorporan al compartimento adluminal gracias a (1) la formación de nuevas prolongaciones de las céls. de Sertoli que generan uniones estrechas que los separan de las espermatogonias, y (2) la desaparición de las uniones estrechas y la retracción de las prolongaciones antiguas de las céls. de Sertoli que estaban por encima de los espermatocitos primarios recién formados]
 - o *un compartimento adluminal*, en el que se localizan las células espermatogénicas que sufren meiosis (espermatocitos primarios y secundarios), las que se están diferenciando (espermátides) y las células maduras (espermatocitos)

- estas uniones estrechas entre prolongaciones de células de Sertoli que separan el compartimento basal del adluminal son la base de la llamada **barrera hematotesticular** que mantiene aisladas a las células espermatogénicas haploides (espermátocitos secundarios, espermátides y espermatozoides) del sistema inmunitario. [Los antígenos específicos de las células haploides no son detectados por el sistema inmunitario que los consideraría como extraños y produciría una reacción autoinmune. A la inversa, los AC-antiespermatozoides que tienen algunos individuos no alcanzan a las células espermatogénicas dentro del compartimento adluminal del epitelio seminífero]
- las **funciones de las céls. de Sertoli** son
 - * dar soporte y protección y nutrir a las células espermatogénicas en desarrollo
 - * fagocitar los cuerpos residuales que se producen durante la maduración de las células espermatogénicas
 - * secretar un líquido rico en proteínas y electrolitos a la luz del túbulo seminífero
 - * secretar la proteína fijadora de andrógenos (ABP) que hace que se consigan concentraciones elevadas de andrógenos en el compartimento adluminal del epitelio
 - * secretar la hormona inhibina (inhibe la liberación de FSH en la hipófisis)

▪ **Células espermatogénicas**

En el epitelio seminífero se encuentran diversos tipos de células espermatogénicas que difieren en su localización y en su grado de diferenciación

- **espermátogonias:** se localizan en el compartimento basal del epitelio y establecen contacto con la lámina basal del epitelio (el resto de las células espermatogénicas están en el compartimento adluminal y no contactan con la lámina basal)
- **espermátocitos primarios**
- **espermátocitos secundarios**
- **espermátides:** se localizan cerca de la luz del túbulo seminífero
- **espermatozoides:** son las células ya maduras, se liberan a la luz del túbulo seminífero

• **Lámina propia**

La lámina propia o tejido peritubular está formada por:

- varias capas (3-5) de **miofibroblastos peritubulares:** son células con capacidad contráctil que generan ondas peristálticas que hacen avanzar los espermatozoides por los túbulos seminíferos hacia la rete testis
- algunos **fibroblastos**
- algunas **fibrillas de colágena**

b. Espermatogénesis

La espermatogénesis es el proceso de formación de espermatozoides a partir de espermátogonias. Este proceso se inicia en la pubertad por la acción de la FSH hipofisaria y se mantiene durante toda la vida.

Este proceso tiene lugar en varias fases:

- una primera fase de proliferación o fase espermatogónica
- una segunda fase de maduración o fase espermatocítica
- una tercera fase de espermiogénesis o fase espermátide

• **Fase espermatogónica o de proliferación**

Esta primera fase se llama así porque en ella se produce la división mitótica de las espermátogonias. Hay tres tipos de espermátogonias: tipo A oscuras, tipo A pálidas y tipo B

- **espermatogonias tipo A oscuras** (Ad)
 - son células con pocos orgánulos citoplasmáticos
 - su núcleo es ovalado con una *cromatina muy basófila* (oscura, de ahí el nombre de la célula)
 - estas parecen ser las células madre espermatogénicas
 - estas células se dividen para generar o dos espermatogonias tipo Ad (que permanecen como células madre) o dos espermatogonias tipo Ap: las dos espermatogonias tipo Ap resultantes permanecen unidas por un puente delgado de citoplasma, no se llega a completar la división citoplasmática

- **espermatogonias tipo A pálidos** (Ap)
 - son células parecidas a las anteriores
 - su núcleo es ovalado y su *cromatina se tiñe muy poco* (pálida)
 - estas espermatogonias tipo Ap sufren *varias divisiones mitóticas* para aumentar su número: todas las células que derivan del mismo par de espermatogonias tipo Ap se mantienen unidas por puentes de citoplasma, como las perlas de un collar (y estos puentes se mantienen hasta las fases más avanzadas del proceso: espermatogonias tipo B, espermatocitos primarios, espermatocitos secundarios... hasta las espermátides avanzadas)
 - las células resultantes de la última división mitótica se diferencian en espermatogonias tipo B

- **espermatogonias tipo B**
 - son células parecidas a las anteriores
 - su núcleo es esférico, central, con cromatina condensada en la cara interna de la envoltura nuclear y alrededor de un nucléolo central
 - la división mitótica de cada espermatogonia tipo B produce dos células hijas que se diferencian rápidamente en espermatocitos primarios que, al poco de formarse pasan al compartimento adluminal del epitelio seminífero, justo por encima de uniones estrechas de las células de Sertoli

- **Fase espermatocítica o de meiosis**

Esta fase se llama así porque en ella se produce la división meiótica de los espermatocitos

 - **espermatocitos primarios**
 - al poco de formarse estas células duplican su dotación de ADN y se convierten en *células 4c*
 - cada una de estas células sufren la primera división meiótica (meiosis reduccional) para dar lugar a dos espermatocitos secundarios.
 - la primera división meiótica es muy larga (la profase dura alrededor de 20 días en los humanos) y en ese tiempo la cromatina nuclear puede verse condensada en forma de cromosomas

 - **espermatocitos secundarios**
 - estas células tiene una dotación cromosómica $2n$
 - cada una de estas células sufren la segunda división meiótica (meiosis ecuacional) para dar lugar a dos espermátides
 - la segunda división meiótica es muy rápida por lo que los espermatocitos secundarios tienen una supervivencia muy corta y son difíciles de ver en los preparados histológicos

- **Fase de espermátide o de espermiogénesis**

Esta fase se llama así porque en ella las espermátides, células haploides que ya no se dividen, sufren un proceso de diferenciación gradual que acabará transformándolas en espermatozoides maduros (espermiogénesis), que también son haploides.

▪ **espermátides**

- se localizan en el compartimento adluminal del epitelio seminífero, cerca de la luz del túbulo
- son células más pequeñas que los espermatocitos
- son células redondeadas (o poliédricas por la gran densidad de espermátides que hay)
- su citoplasma contiene mitocondrias pequeñas, REL y sobre todo se caracteriza por la presencia de un prominente aparato de Golgi

El proceso de diferenciación de las espermátides se produce con las espermátides alojadas en las depresiones de la superficie de las células de Sertoli y, además, adheridas a la membrana de las células de Sertoli por uniones especializadas. Este **proceso de espermiogénesis se produce en cuatro fases:**

I. **fase de Golgi**

- en los complejos del ap. de Golgi de la espermátide aparecen unos **gránulos proacrosómicos** con un contenido rico en glicoproteínas (PAS+) delimitados por membrana
- los gránulos se fusionan para dar lugar a un **gránulo acrosómico** (el contenido) dentro de **una vesícula acrosómica** (la envoltura) localizada junto a la envoltura nuclear. En el ap. de Golgi siguen formándose nuevos gránulos que siguen fusionándose con la vesícula acrosómica lo que hace que ésta aumente progresivamente de tamaño
- la posición de la vesícula acrosómica determina el **polo anterior** de la espermátide
- los **centríolos migran al polo posterior** de la espermátide y allí el **centríolo distal** se dispone perpendicular a la superficie celular y **empieza a organizar el axonema** (los microtúbulos periféricos y centrales) de lo que será la cola de la espermátide
- la zona de citoplasma que rodea al centríolo distal se condensa y forma un **anillo** que, al ir creciendo el flagelo, se desplazará caudalmente (hasta situarse en el límite de lo que será la pieza intermedia y la pieza principal del espermatozoide maduro)

II. **fase de capuchón**

- la vesícula acrosómica se ha extendido y adelgazado hasta formar un delgado pliegue que se denomina **casquete** o **capuchón acrosómico** que envuelve la mitad anterior del núcleo
- la envoltura nuclear subyacente al capuchón acrosómico se engruesa y pierde los poros
- el nucleoplasma nuclear se condensa progresivamente (en las fases sucesivas, el contenido nuclear se condensa tanto que la cromatina llega a formar una masa electródensa homogénea y *el núcleo disminuye de tamaño*)

III. **fase de acrosoma**

- las espermátides profundizan en las depresiones de las células de Sertoli en las que se alojan
- las **espermátides se reorientan** de tal manera que el polo anterior de la célula se dirige hacia la base del epitelio y el flagelo en desarrollo se extiende por la luz del túbulo seminífero
- el contenido de la vesícula acrosómica (del capuchón acrosómico) se redistribuye de forma homogénea por el interior del capuchón formando así el **acrosoma**
- los microtúbulos del citoplasma se organizan formando una **manguito** (una vaina cilíndrica de microtúbulos dispuestos en paralelo) que se extiende desde el borde posterior del acrosoma hasta el polo posterior de la célula
- este **manguito de microtúbulos parece ser el responsable** de varios hechos:
 - del *estrechamiento y el alargamiento del núcleo y del acrosoma*
 - del *desplazamiento del núcleo y del acrosoma hacia polo anterior de la célula*, hasta la zona contigua a la membrana celular
 - del *alargamiento global de la espermátide*
- el **citoplasma celular se desplaza hacia el polo posterior** de la célula, a las proximidades de la parte proximal del flagelo. como consecuencia del desplazamiento del citoplasma, la cara interna

de la membrana celular del polo anterior de la célula y la cara externa de la membrana del acrosoma se adosan estrechamente, sin citoplasma entre ellas.

- los **centríolos migran hasta la parte posterior del núcleo** a la que se adhieren: de los centríolos surgen las **fibras densas externas** (nueve) que se extienden hasta el flagelo (estas fibras unen el núcleo con el flagelo y luego formarán parte de la *pieza de conexión* o *región del cuello* y de la *pieza principal* del espermatozoide maduro)
- al crecer el flagelo la membrana plasmática se desplaza para cubrirlo y **las mitocondrias migran** para formar una vaina mitocondrial helicoidal en la parte más periférica (por fuera de las fibras densas externas) de lo que será el cuello y la *pieza intermedia* del espermatozoide maduro. De forma simultánea el manguito de microtúbulos desaparece.
- más allá de la zona donde se sitúan las mitocondrias hay una **vaina fibrosa** que rodea por fuera a las fibras densas externas (que rodean a su vez a los microtúbulos del axonema): esta zona será la *pieza principal* del espermatozoide maduro
- la parte más distal forma la *pieza terminal* y está formada sólo por el axonema y la membrana celular

IV. fase de maduración

- las espermátides van reduciendo el exceso de citoplasma generando un **cuerpo residual** : los puentes intercelulares que han mantenido unidas las células durante todo el proceso de espermatogénesis siguen uniendo los cuerpos residuales
- los **cuerpos residuales son fagocitados** por las células de Sertoli
- cuando las espermátides ya no están unidas entre sí, se desprenden de las células de Sertoli y **quedan libres en la luz del túbulo seminífero** se han transformado ya en **espermatozoides maduros**, aunque todavía no pueden moverse por sí mismos: avanzan por el túbulo seminífero, junto con el líquido secretado por las células de Sertoli, gracias a los movimientos peristálticos que resultan de la contracción rítmica de los miofibroblastos peritubulares de la lámina propia del túbulo seminífero. A través de los túbulos rectos llegan a la rete testis y, por los conductillos eferentes, también gracias a los movimientos peristálticos que resultan de la contracción de las f. m. lisas que hay en su pared, alcanzan el conducto del epidídimo.
- en el conducto del epidídimo los espermatozoides siguen avanzando por los movimientos peristálticos de las f. m. lisas de su pared pero, conforme van progresando **en el conducto del epidídimo los espermatozoides van adquiriendo movilidad**
- los espermatozoides se almacenan en la parte distal del conducto del epidídimo donde pueden permanecer vivos durante varias semanas hasta la eyaculación. Sin embargo, solo sobreviven 2-3 días dentro del aparato genital femenino.

Todo el proceso de la espermatogénesis dura alrededor de 74 días en los humanos y luego necesitan alrededor de 12 días para que el espermatozoide llegue a la parte distal del conducto del epidídimo.

c. Espermatozoide maduro

El espermatozoide es el gameto masculino. Es una célula haploide muy diferenciada y móvil que tiene alrededor de 60 µm de longitud y está formado por dos partes: la cabeza y la cola.

• cabeza del espermatozoide

La cabeza tiene una forma muy hidrodinámica: vista de frente es ovoide y vista de perfil es piriforme (5 µm longitud x 3 µm anchura x 1 µm grosor). La cabeza contiene los siguientes elementos:

- **núcleo**
 - tiene una cromatina muy condensada, tanto que no se distingue el nucléolo

- la envoltura nuclear de la zona que está rodeada por el acrosoma no tiene poros nucleares (aunque sí los hay en la zona del núcleo que no está rodeado por el acrosoma)
- la envoltura nuclear de la zona que no está rodeada por el acrosoma tiene poros nucleares y, su cara externa, se fusiona con la membrana celular
- el polo posterior es cóncavo (fosita de implantación) y se sitúa en el límite con el cuello o pieza de conexión
- **acrosoma**
 - es una vesícula aplanada que cubre, como si fuera un capuchón, los 2/3 anteriores del núcleo
 - se le considera un **tipo especial de lisosoma**: contiene diversos tipos de *enzimas hidrolíticas* (fosfatasa ácida, hialuronidasa, neuraminidasa y acrosina, un enzima similar a la tripsina) que juegan un papel importante en el proceso de fertilización del óvulo femenino.

• **cola del espermatozoide**

La cola está subdividida en cuatro partes:

- **cuello o pieza de conexión**
 - tiene $\approx 2 \mu\text{m}$ de longitud y está situado justo detrás de la cabeza
 - contiene el **centriolo proximal** (adosado al núcleo), restos del centriolo distal, el **comienzo del axonema**, y alguna mitocondria
 - en el polo posterior cóncavo del núcleo se originan las nueve **fibras densas externas** que se disponen periféricamente al resto de los elementos del cuello (se extienden hasta la pieza intermedia)
- **pieza intermedia**
 - tiene $\approx 7 \mu\text{m}$ de longitud y es continuación del cuello
 - justo debajo de la membrana hay una **capa de mitocondrias** dispuestas una después de la otra de forma helicoidal
 - por dentro de la capa de mitocondrias se encuentran las **fibras densas externas** dispuestas longitudinalmente alrededor del **axonema**
 - entre la pieza intermedia y la principal se encuentra el **anillo** (una pequeña condensación de citoplasma)
- **pieza principal**
 - tiene $\approx 40 \mu\text{m}$ de longitud y menos de $1 \mu\text{m}$ de diámetro y es continuación de la pieza intermedia
 - debajo de la membrana hay un **vaina fibrosa** formada por dos fibras longitudinales unidas entre sí por muchas prolongaciones concéntricas, similares a costillas
 - la vaina fibrosa rodea las **fibras densas** que, a su vez, rodean al **axonema**
- **pieza terminal**
 - tiene $\approx 5 \mu\text{m}$ de longitud y $\approx 0,25 \mu\text{m}$ de diámetro y es la parte final de la cola
 - está compuesta exclusivamente por el **axonema** rodeado por la membrana celular
 - en la parte más distal los microtúbulos del axonema se disocian y disminuyen su número

d. Ciclo del epitelio seminífero

Las células espermatogénicas no están distribuidas al azar en el epitelio seminífero. Al estudiar un corte histológico de un túbulo seminífero se ven zonas del epitelio en el que se reconocen diversos patrones de agrupaciones celulares: en el humano hay 6 patrones diferentes de agrupaciones o **asociaciones celulares**, cada una de las cuales se denomina etapa o estadio, y se numeran con números romanos del **estadio I** al **estadio VI**.

Los **seis estadios o asociaciones celulares** presentan todos, o casi todos, los tipos celulares descritos en la espermatogénesis, aunque en diferente momento de diferenciación:

- en todos los estadios se ven espermatogonias tipo Ad
- en todos los estadios se ven espermatogonias tipo Ap
- en todos los estadios se ven espermatogonias tipo B

- todos los estadios se ven espermátocitos primarios: como la primera división mitótica dura tanto tiempo, se ven espermátocitos primarios con un aspecto diferente de su núcleo (según en qué fase de la meiosis se encuentren) en los diversos estadios
- solo en uno de los estadios (el estadio VI) se ven espermátocitos secundarios: la segunda división meiótica es muy rápida
- en todos los estadios se ven espermátides: como las espermátides presentan grados de diferenciación diferentes, se ven espermátides diferentes en los diversos estadios

Como las preparaciones histológicas nos proporcionan “fotos fijas” del epitelio del túbulo seminífero podemos ver en los cortes transversales del túbulo, que **un estadio o asociación celular determinado ocupa un segmento dado del túbulo**, y el segmento contiguo está ocupado por otro tipo de asociación celular o estadio diferente. En un mismo corte transversal del túbulo seminífero podemos ver 2-3-4... estadios diferentes dispuestos como las porciones de un pastel.

Si estudiáramos muchas “fotos fijas” consecutivas (como si fueran fotogramas de una película) de un corte transversal del túbulo seminífero veríamos que en **un mismo segmento del túbulo se iban sucediendo los diversos tipos de estadios o asociaciones celulares**: en un segmento en que encontráramos un estadio II veríamos que con el paso del tiempo (es decir, en fotogramas sucesivos de la película) distinguíamos un estadio III, más tarde un estadio IV... y así sucesivamente hasta volver a ver el estadio II inicial. Como esto se va sucediendo de forma cíclica en el tiempo, a la serie de estadios que hay entre dos apariciones sucesivas del mismo patrón de agrupamiento de células en un sitio dado del túbulo seminífero se le denomina **ciclo del epitelio seminífero** y, en el ser humano, dura 16 días. Eso significa que la estirpe iniciada a partir de una célula espermatogónica tipo Ad debe atravesar 4,5 ciclos antes de que se liberen las espermátides maduras a la luz del túbulo seminífero.

Del estudio del proceso de la espermatogénesis se puede deducir las **razones por las que las células espermatogénicas no están distribuidas al azar** en el epitelio seminífero

- las **espermatogonias tipo Ad no se dividen de forma simultánea en toda la extensión del túbulo seminífero** para producir espermatogonias tipo Ap
- cuando la pareja de espermatogonias tipo Ap se divide, la **existencia de puentes intercelulares** entre todas las células descendientes de un mismo par de espermatogonias tipo Ap hace que **la secuencia de división, meiosis y diferenciación se haga de forma sincrónica** en todas las células de la progenie.
- antes de que una estirpe celular originada en una zona concreta del túbulo seminífero acabe su diferenciación produciendo espermátides maduros (lo que sucede después de 74 días) se origina otra estirpe celular a partir de un nuevo par de espermatogonias tipo Ad
- estos hechos combinados hacen que una zona del túbulo seminífero presente una asociación celular o estadio y, en una zona contigua (en la que la proliferación se inició en otro momento), la asociación de células o estadio sea diferente.

3.- **TEJIDO INTERSTICIAL TESTICULAR**

Los espacios triangulares delimitados por los túbulos seminíferos están ocupados por un tejido conectivo laxo que recibe el nombre de tej. intersticial testicular. El componente fundamental del intersticio testicular son las **células de Leydig**, aunque también encontramos el resto de los **componentes propios del tej. conectivo laxo**

• **Células de Leydig (células intersticiales)**

Las células de Leydig se encuentran agrupadas y en estrecho contacto con los vasos del intersticio

- son células de forma poliédrica y con un tamaño $\approx 20 \mu\text{m}$
- su citoplasma es acidófilo y contiene los **orgánulos propios de las células que sintetizan esteroides**
 - REL desarrollado
 - abundantes mitocondrias con crestas tubulares
 - gotitas lipídicas numerosas
 - algunos lisosomas y gránulos de lipofucsina
 - es característico de estas células la presencia de **cristales de Reinke**: estructuras alargadas compuestas de material proteico
- el núcleo es excéntrico y tienen 1-2 nucléolos
- la superficie celular es irregular y presenta prolongaciones que se interdigitan con las de las células vecinas: hay uniones gap entre células de Leydig vecinas
- son las **células endocrinas del testículo**: secretan testosterona [las células de Leydig secretan testosterona ya en el periodo embrionario y fetal –la testosterona es fundamental para el desarrollo de las gónadas masculinas- y a los pocos meses del nacimiento se inactivan. Al llegar la pubertad, se activa de nuevo la síntesis de testosterona]

- **Otros componentes del intersticio testicular**
 - fibroblastos y fibras de colágena
 - capilares sanguíneos y linfáticos
 - fibras nerviosas

TEMA 17

VÍAS ESPERMÁTICAS. GLÁNDULAS ANejas. PENE

INTRODUCCIÓN

VÍAS ESPERMÁTICAS

Vías intratesticulares

 Túbulos rectos

 Rete testis

Vías extratesticulares

 Conductillos eferentes

 Conducto del epidídimo

 Conducto deferente

 Conducto eyaculador

GLÁNDULAS SEXUALES ANEXAS

Vesículas seminales

Próstata

 Estroma

 Parénquima

Glándulas bulbouretrales

PENE

Cuerpos cavernosos

Cuerpo esponjoso

Túnica albugínea

Fascia y piel

INTRODUCCIÓN

Los espermatozoides que se producen en el epitelio seminífero, junto con el líquido que secretan las células de Sertoli, son conducidos por un sistema de conductos, las **vías espermáticas**, que acaban desembocando en la uretra.

- Los túbulos seminíferos empiezan y acaban en una porción recta, los **túbulos rectos**. Los túbulos rectos desembocan, *todavía dentro del testículo*, en la **rete testis**, un complejo de espacios canaliculares aplanados y anastomosados dentro del mediastino testicular.
- De la rete testis se originan, *ya fuera del testículo*, unos veinte **conductillos eferentes** que confluyen en la porción proximal del **conducto del epidídimo**. El conducto del epidídimo, un largo conducto muy enrollado dentro del epidídimo, se continúa con el conducto deferente. El **conducto deferente** tiene un largo trayecto y se continúa con el **conducto eyaculador**, conducto que desemboca en la uretra prostática.

En su trayecto por las vías espermáticas el líquido en el que se encuentran los espermatozoides varía de composición, pero la mayor parte del líquido seminal es producto de la secreción de unas **glándulas sexuales anexas** a las vías espermáticas: las **vesículas seminales**, la **próstata** y las **glándulas bulbouretrales**.

La porción final de la vía espermática, la uretra, se encuentra alojada en el **pene**, el órgano copulador masculino, formado fundamentalmente por masas de tejido eréctil: dos cuerpos cavernosos y un cuerpo esponjoso (en el que se aloja la uretra)

VÍAS ESPERMÁTICAS

1.- VÍAS INTRATESTICULARES

a. Túbulos rectos

- los tubos rectos son la porción inicial (o final) recta de los túbulos seminíferos
- apenas tienen 1 mm de longitud y un calibre similar al del túbulo seminífero (200 μm)
- el **epitelio de revestimiento** varía según la zona
 - en la zona proximal el epitelio está formado por células de Sertoli
 - en la zona distal hay un ep. cúbico simple
- están rodeados por tej. conectivo

b. Rete testis

- es un sistema laberíntico de cavidades tubulares, cavidades aplanados y cavidades esferoidales anastomosados entre sí
- **epitelio de revestimiento**
 - ep. cúbico simple
 - la superficie apical de las células tiene microvellosidades cortas y escasas y, a veces, un cilio
- por fuera del epitelio hay un tej. conectivo con los vasos y nervios que entran y salen del testículo

2.- VÍAS EXTRATESTICULARES

a. Conductillos eferentes

De la rete testis surgen 10-20 conductillos eferentes:

- cada conductillo eferente tiene 15-20 cm de longitud
- el conductillo eferente se enrolla y forma una masa cónica de 1 cm de longitud que se llama **cono eferente** (a veces un cono eferente puede contener más de un conductillo eferentes enrollado): hay entre 5-10 conos eferentes que forman parte de la cabeza del epidídimo.
- la porción final de cada conductillo eferente surge de la base del cono eferente y desemboca en el conducto del epidídimo

La **pared del conductillo eferente** está formada por las siguientes capas:

• **Capa mucosa**

- zonas de **ep. cilíndrico pseudoestratificado** alternando con zonas de **ep. cilíndrico simple**
 - la *superficie* epitelial tiene forma *ondulada* porque hay zonas del epitelio con células altas alternando con zonas donde las células son más bajas
 - se distinguen tres tipos de células
 - * **células basales** dispersas: son las células madre del epitelio
 - * **células cilíndricas bajas**
 - la superficie apical presenta abundantes *microvellosidades*
 - el citoplasma contiene cierto número de lisosomas y vesículas endocitóticas, un ap. de Golgi bien desarrollado y vesículas de secreción
 - tienen núcleo en posición basal
 - son *células absorptivas y secretoras* (reabsorben la mayor parte del líquido secretado por el ep. seminífero)
 - * **células cilíndricas altas**
 - la superficie apical presenta *cilios*: baten hacia el epidídimo y facilitan el transporte de los espermatozoides que todavía no tienen movilidad
 - el núcleo está situado en posición central
- la **lámina propia** se reduce a unos pocos fibroblastos y algunas fibras de colágena que se mezclan con la capa siguiente

• **Capa muscular**

- es una capa muy fina en la que hay **algunas f. m. lisas circulares** que se entremezcla con el tej. conectivo de la lámina propia

• **Capa adventicia**

- es una capa de **tej. conectivo laxo** bien vascularizada e inervada que rellena los espacios que hay entre las vueltas que hace el conductillo eferente en el cono eferente

b. Conducto del epidídimo

El conducto del epidídimo es un *conducto único* de 4-6 m de longitud

- el conducto del epidídimo es tan contorneado o enrollado como para quedar reducido a los 6-7 cm de longitud que tiene el epidídimo [El epidídimo es una estructura adosada al testículo que contiene los conductillos eferentes y el conducto del epidídimo]
- el conducto del epidídimo empieza en la cabeza del epidídimo pero ocupa también el cuerpo y la cola del mismo
- La parte distal del conducto del epidídimo es la zona de almacenamiento de los espermatozoides maduros.

La pared del conducto del epidídimo está formada por las siguientes capas:

• **Capa mucosa**

▪ **epitelio cilíndrico pseudoestratificado con estereocilios**

- es más alto en la parte proximal que en la parte distal (sin embargo la luz de conducto es más estrecha en la parte proximal que en la distal)
- se distinguen dos tipos de células en el espesor del epitelio

* células principales

- son células cilíndricas muy altas (80 μm en la parte proximal, 40 μm en la distal)
- la superficie apical tiene una gran cantidad de *estereocilios* de altura variable (25 μm en las células más altas y 10 μm en las células más bajas)
- en el citoplasma se ven *orgánulos propios de las células absorptivas* (vesículas pinocitóticas..., además de los estereocilios superficiales): estas células reabsorben casi todo el líquido restante producido en el epitelio seminífero
- en el citoplasma se ven *orgánulos propios de células fagocíticas* (cuerpos multivesiculares, lisosomas, gránulos de lipofucsina): estas células fagocitan los restos de espermatozoides degenerados
- en el citoplasma se ven *orgánulos propios de las células secretoras* (abundante REG, ap. de Golgi bien desarrollado, REL): estas células secretan productos [como ác. siálico, carnitina, glicoproteínas o glicerosfocolina] que contribuyen a la maduración del espermatozoide
- tienen núcleo ovoide en la mitad inferior de la célula

* células basales

- son células pequeñas situadas entre las bases de las células principales
- son las células madre del epitelio

* algún linfocito intraepitelial

- **lámina propia:** es una capa muy fina de tej. conectivo que apenas se distingue de la capa siguiente

• **Capa muscular**

- casi todo el conducto del epidídimo tiene **una capa fina de f. m. lisas circulares** que se va engrosando progresivamente (a expensas de añadir f. m. lisas circulares y aparecer f. m. lisas longitudinales)
- la parte más distal del conducto tiene una capa más gruesa de f. m. lisas en la que, además de la capa circular, se distingue una **capa de f. m. lisas longitudinales externas y otra capa de f. m. lisas longitudinales interna**. La zona distal del conducto epididimario tiene una rica inervación adrenérgica que hace que se contraigan las células musculares lisas durante la eyaculación

• **Capa adventicia**

- es una capa de **tej. conectivo laxo** que rellena los intersticios del epidídimo

c. **Conducto deferente**

El conducto deferente tiene 30 cm de longitud y 2-3 mm de calibre. Tiene un largo trayecto que lo lleva hasta la cavidad pélvica donde se continúa con el conducto eyaculador. En su porción final tiene una dilatación, la ampolla del conducto deferente.

La pared del conducto deferente está formada por las siguientes capas:

• **Capa mucosa**

La mucosa presenta pliegues longitudinales debido a la contracción de las f. m. lisas de su capa muscular al fijar la muestra. Estos pliegues longitudinales hacen que, en un corte transversal, la luz del conducto se vea ondulada (en la zona de la ampolla los pliegues son mucho más altos y ramificados)

- **epitelio cilíndrico pseudoestratificado con estereocilios**
 - es similar al del conducto del epidídimo (células basales + células cilíndricas con estereocilios)
 - la altura de las células cilíndricas es menor
 - el número y la altura de los estereocilios disminuye progresivamente hacia la parte distal
- **lámina propia:** tej. conjuntivo laxo que ocupa los pliegues del epitelio
- **Capa muscular**

Es una capa gruesa (1-5 mm) con una estructura similar a la capa muscular de la porción distal del conducto del epidídimo:

 - **capa longitudinal interna**
 - **capa circular media**
 - **capa longitudinal externa**
 - algunos haces de fibras musculares longitudinales de la capa externa penetran en la capa circular donde se hacen horizontales, y luego se incorporan a la capa longitudinal interna donde se disponen de nuevo longitudinalmente: el resultado es que hay haces de *fibras musculares con una disposición helicoidal* en la pared del conducto deferente
 - en la zona de la ampolla la capa muscular es más fina y desaparecen las capas longitudinales en las cercanías del conducto eyaculador
- **Capa adventicia**
 - una capa de **tej. conectivo laxo** que, en el cordón espermático, tiene una gran cantidad de vasos y nervios

d. Conducto eyaculador

El conducto eyaculador *atraviesa la próstata* para desembocar en la uretra

- **Capa mucosa**

La mucosa presenta pliegues que se proyectan hacia la luz del conducto

 - **epitelio cilíndrico simple**
 - cerca de la desembocadura en la uretra hay un **epitelio de transición**
- **Capa muscular**

El conducto eyaculador no tiene capa muscular propia: el tejido fibromuscular de la próstata la sustituye

GLÁNDULAS SEXUALES ANEXAS

1.- VESÍCULAS SEMINALES

Las dos vesículas seminales se sitúan detrás de la próstata, lateralmente a la ampolla de los conductos deferentes. La vesícula seminal tiene 3-5 cm de longitud y está formada por:

- una fina **cápsula** de tej. conectivo
- una glándula tubular alargada (15 cm) muy contorneada con un conducto excretor corto que confluye con la ampolla del conducto deferente para formar el conducto eyaculador

La **pared de la vesícula seminal** está formada por:

- **Capa mucosa**

La mucosa presenta muchos *pliegues superficiales* ramificados y anastomosados y abundantes *invaginaciones* que son tan profundas como para semejar glándulas. El resultado es que, en los cortes

histológicos, da la sensación de que la mucosa tiene muchas cavidades independientes aunque en realidad todas estas “cavidades” están unidas unas con otras y en comunicación con la luz de la vesícula.

- **epitelio cilíndrico pseudoestratificado** (con zonas de ep. cúbico simple)
 - **células bajas redondeadas** (las células madre del epitelio)
 - **células cilíndricas altas** (sin cilios)
 - * superficie celular con microvellosidades cortas y escasas
 - * gránulos de lipofucsina
 - * REG bien desarrollado y vesículas secretorias en el polo apical
 - * estas células *secretan un líquido viscoso blanco-amarillento* (supone ≈60-70% del volumen de líquido eyaculado) compuesto por proteínas, fructosa (el nutriente principal de los espermatozoides) y prostaglandinas
 - **lámina propia**: tej. conectivo muy vascularizado que rellena todas las prolongaciones de la mucosa
- **Capa muscular**

Hay f. m. lisas que se disponen en dos capas:

 - **capa circular interna**
 - **capa longitudinal externa**

La contracción de las capas musculares durante la eyaculación expulsa el líquido secretado hacia el conducto eyaculador
 - **Capa adventicia**
 - es una capa de **tej. conjuntivo** que rellena los espacios que hay entre las diversas vueltas que da la glándula tubular
 - en la parte periférica de la vesícula seminal forma la cápsula

Al contrario de lo que parece indicar su nombre, las *vesículas seminales no almacenan espermatozoides*.

2.- PRÓSTATA

La próstata es la mayor de las glándulas sexuales anexas y tiene una forma y un tamaño similar a una castaña. La próstata está situada debajo de la vejiga y es atravesada por la uretra y por los conductos eyaculadores en su trayecto hacia la uretra.

La próstata es una *glándula exocrina compuesta tubuloalveolar* (sacular), aunque también puede considerársela como una glándula formada por la suma de 40-50 glándulas tubuloalveolares.

La próstata presenta una organización similar a otras glándulas exocrinas grandes (gl. salivales y páncreas):

- **estroma prostático**

El estroma prostático está formado por un **tejido conectivo denso** con fibroblastos, fibras de colágena, fibras elásticas y *muchas fibras musculares lisas* formando haces o capas. La contracción de las f. m. lisas del estroma durante la eyaculación hace que el líquido prostático sea expulsado a la uretra. Este tejido conectivo forma:

 - la **cápsula** que rodea a la glándula
 - los **tabiques fibromusculares** que se introducen desde la cápsula y convergen hacia la zona del colículo seminal [la zona de la uretra prostática en la que desembocan los conductos eyaculadores y el utrículo prostático] para dividir a la próstata en lóbulos más o menos bien definidos

- **parénquima prostático**

El parénquima prostático está formado fundamentalmente por **40-50 glándulas tubuloalveolares** que difieren en tamaño y en grado de ramificación y que drenan por medio de 15-30 conductos excretores a la uretra prostática, en la vecindad del colículo seminal. Las glándulas se disponen en tres capas concéntricas alrededor de la uretra:

- **glándulas mucosas (zona interna)**

- las glándulas de esta zona no llegan a ser glándulas tubuloalveolares, en realidad son pequeñas *glándulas tubulares* (con la zona final del túbulo algo más dilatada) que desembocan de forma independiente en la uretra (alrededor del colículo seminal)
- estas glándulas (30-40) son invaginaciones del epitelio uretral y se sitúan inmediatamente alrededor de la uretra prostática

- **glándulas submucosas (zona central)**

- estas glándulas se localizan por fuera de las anteriores y suponen el 25% del volumen prostático
- son pequeñas *glándulas tubuloalveolares* que drenan por medio de unos pocos conductos excretores a la uretra

- **glándulas prostáticas principales (zona periférica)**

- estas glándulas son las más externas y suponen el 70% del volumen de la próstata
- son grandes *glándulas tubuloalveolares* que drenan por medio de varios conductos excretores a la uretra

Estructura de una glándula tubuloalveolar

Aunque con pequeñas variaciones en el tamaño y el grado de ramificación de la porción secretora, todas las glándulas tubuloalveolares que forman la próstata son similares: *varias unidades secretoras* (de forma tubuloalveolar) confluyen en un *conducto excretor* que drena a la uretra

- **unidad secretora (tubuloalveolo)**

- los tubuloalveolos que forman una glándula tienen una forma algo compleja:
 - tienen un trayecto algo contorneado
 - puede ser más estrechos en un sitio y más anchos en otro
 - pueden presentar dilataciones saculares y cortas evaginaciones esféricas o longitudinales
- la *pared del tubuloalveolo presenta pliegues o papilas* que sobresalen en la luz glandular
- el **epitelio secretor** está formado por una única hilera de células cilíndricas altas, aunque en alguna zona presenta un aspecto pseudoestratificado. En las zonas donde la luz glandular está muy dilatada el epitelio puede ser cúbico o aplanado.
- Los tipos celulares que encontramos en el epitelio secretor son:
 - * **células principales:** son células cilíndricas altas secretorias, con REG desarrollado y vesículas de secreción. Estas células *secretan un líquido alcalino* (supone ≈15-30 % del volumen de líquido eyaculado) compuesto por fosfatasa ácida prostática, fibrinolisisina, amilasa, ácido cítrico y serina proteasa (PSA, antígeno prostático específico)
 - * **células basales:** son células casi aplanadas, en la base, que son las células madre del epitelio
 - * **células endocrinas:** son escasas y similares a las descritas en otras localizaciones
- en la luz de los tubuloalveolos de los ancianos pueden verse **cuercos amiláceos:** son concreciones prostáticas formadas por láminas concéntricas de secreción prostática condensadas alrededor de algún desecho celular. Pueden calcificarse y llegar a alcanzar hasta 2 mm de diámetro.
- una fina capa de tejido conectivo laxo con muchos vasos subyace al epitelio secretor

- **tabiques fibromusculares** de tejido conectivo denso con muchas f. m. lisas separan las diversas unidades secretoras dentro de una glándula (y las diversas glándulas entre sí)
- **conducto excretor**
 - está tapizado por un **ep. cilíndrico simple** que, al acercarse a su desembocadura en la uretra, se transforma en un **ep. de transición**.

3.- **GLÁNDULAS BULBOURETRALES**

Las dos glándulas bulbouretrales (glándulas de Cowper) son pequeñas (menos de 1 cm de diámetro) y se localizan detrás de la uretra membranosa, en el espesor del músculo diafragma urogenital.

- son glándulas exocrinas compuestas tubuloalveolares
- **estroma**
 - el estroma está formado por un tej. conectivo con fibras de colágena y fibras elásticas, f. m. lisas y f. m. estriadas esqueléticas
- **parénquima**
 - la **unidad secretora** tiene forma de tubo, algo contorneado, con la parte final dilatada
 - las células del epitelio secretor son **células cilíndricas secretoras de moco**. *Secretan un líquido mucoso* (líquido preseminal: precede a la emisión del semen en el proceso de eyaculación) compuesto por mucina, galactosa, ácido siálico... que parece lubricar la uretra esponjosa
 - los **conductos excretores** pequeños están tapizados por un ep. cúbico simple, pero el conducto principal está tapizado por ep. de transición. El conducto principal es bastante largo y desemboca en el segmento inicial de la uretra esponjosa

PENE

El pene está formado fundamentalmente por masas cilíndricas de tejido erétil: dos **cuerpos cavernosos** situados en la zona dorsal y un **cuerpo esponjoso** (en el que se aloja la **uretra**) situado en la parte ventral. Estos elementos están rodeados por una **túnica albugínea**, rodeada a su vez por una **fascia** peneana. El conjunto está rodeado por la **piel**.

a. **Cuerpos cavernosos**

Los dos cuerpos cavernosos están separados en su parte posterior pero están adosados (aunque separados por el septum del pene) en el cuerpo del pene. Las dos *arterias profundas del pene* se encuentran en el centro de cada cuerpo cavernoso, paralelas a su eje longitudinal.

- el cuerpo cavernoso está formado por múltiples espacios vasculares (*senos cavernosos*) muy juntos y anastomosados profusamente formando una estructura parecida a una esponja
- los **senos cavernosos** están tapizados por un *endotelio*
- los senos cavernosos están separados por **trabéculas**: están formadas por *fibroblastos*, *fibras de colágena* y *fibras musculares lisas*, además de por fibras nerviosas y capilares sanguíneos que nutren a los elementos de la trabécula
- la sangre llega a los senos cavernosos desde la arteria profunda del pene (por medio de las arterias helicíneas) y sale por venas que atraviesan la túnica albugínea

- **Circulación sanguínea en el cuerpo cavernoso**

La sangre que circula por la art. profunda del pene puede fluir en tres direcciones

- a través de anastomosis arteriovenosas (AAV) fluye directamente a las venas eferentes de la túnica albugínea (las AAV tienen en su íntima f. m. lisas que forman una almohadilla subendotelial que regula el flujo sanguíneo a su través)
- a través de las arterias helicíneas (helicoidales) fluye a los senos cavernosos y estos se llenan (las art. helicíneas tienen también en su íntima almohadillas de f. m. lisas que regulan el paso de sangre a su través)
- a través de arteriolas pequeñas fluye hacia los capilares que nutren a los elementos que forman las trabéculas

Cuando la circulación deriva directamente desde la art. profunda a las venas eferentes el pene está flácido. Bajo la influencia de estímulos eróticos, los nervios vegetativos producen la vasodilatación de las arterias helicíneas (se relajan las f. m. lisas de su almohadilla muscular subendotelial y las f. m. lisas de su capa media), la sangre rellena los senos cavernosos con lo que estos aumentan su tamaño y se produce la erección del pene: la sangre de los senos cavernosos está a gran presión porque, además, se contraen las f. m. lisas de las trabéculas que delimitan los espacios vasculares. El aumento del volumen y de la presión de los senos cavernosos hace que el drenaje venoso hacia las venas eferentes sea más difícil y que se favorezca la erección del pene.

b. Cuerpo esponjoso

El cuerpo esponjoso se sitúa debajo de los cuerpos cavernosos y envuelve a la uretra. En el glande el cuerpo esponjoso tiene una expansión que llega a envolver por la parte anterior y superior a los cuerpos cavernosos.

- el cuerpo esponjoso es una estructura parecida a una esponja formada por muchas **venas anastomosadas** que forman un plexo venoso
- las **venas del plexo venoso** son casi redondeadas y de mayor tamaño cuanto más cerca están de la capa albugínea. La paredes de estas venas también tienen almohadillas subendoteliales de f. m. lisas
- las venas del plexo están separadas por **trabéculas** formadas por tej. conectivo denso rico en fibras elásticas, algunos haces de f. m. lisas y vasos sanguíneos (arterias helicíneas, ramas de las art. uretrales)

- **Circulación sanguínea en el cuerpo esponjoso**

En el cuerpo esponjoso la sangre fluye de las arterias a las venas del plexo venoso incluso cuando el pene está flácido. De la misma forma, cuando el pene está en erección, el drenaje venoso no está bloqueado, por lo que la sangre en el cuerpo esponjoso está sometida a una menor presión que el cuerpo cavernoso. Esto hace que la uretra no se colapse y pueda fluir el semen en el momento de la eyaculación

c. Túnica albugínea

Es una capa de **tej. conectivo denso con abundantes fibras elásticas** que envuelve de forma global a los cuerpos cavernosos y al cuerpo esponjoso.

- la capa albugínea que rodea los cuerpos cavernosos es más gruesa y tiene menos fibras elásticas
- la capa albugínea que rodea el cuerpo esponjoso es más fina y mucho más elástica. La zona más periférica tiene alguna f. m. lisas dispuestas circularmente

d. Fascia del pene

Es una capa de **tej. conectivo denso** con abundantes fibras de colágena que rodea por fuera a la túnica albugínea. La *arteria, la vena y el nervio dorsal del pene* se sitúan entre la fascia y la túnica albugínea, en la región dorsal del pene.

e. Piel

La piel del pene es fina y apenas está adherida a la fascia del pene (se desliza con facilidad)

- no tiene apenas pelo
- hay glándulas sebáceas y sudoríparas dispersas
- carece de tej. adiposo
- hay abundantes fibras musculares lisas
- hay gran cantidad de nervios sensitivos y receptores sensoriales

En la zona del glande, la piel hace un repliegue que forma el **prepucio**: en la cara interna del repliegue, la piel del prepucio tiene unas gl. sebáceas especiales que forman el esmegma.