

HISTOLOGÍA URETRAL Y VAGINAL EN ALGUNAS HEMBRAS DE MAMÍFEROS

Urethral and vaginal histology in some female mammals

J Rodríguez-Antolín ✉, E Cuevas, L Nicolás, V Fajardo, F Castelán, M Martínez-Gómez

(JRA)(EC)(LN)(FC) Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta, Universidad Autónoma de Tlaxcala. Carretera Tlaxcala-Puebla, Km 1.5, 90062-Tlaxcala, Tlaxcala, México. Tel/Fax (246) 462 1557. antolin26@gmail.com

(VF) Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México

(MMG) Unidad Periférica Tlaxcala. Depto. de Biología Celular y Fisiología. Instituto de Investigaciones Biomédicas, Universidad Nacional Autónoma de México

Ensayo recibido: 1de septiembre de 2008, **aceptado:** 13 de diciembre de 2011

RESUMEN. El análisis de las características histológicas de la uretra y la vagina en hembras de mamíferos es útil para entender la fisiología y la patología de procesos como la continencia urinaria, la cópula y el parto. En este contexto, las especies más estudiadas en cuanto a la organización tisular de la uretra y vagina son la rata y la coneja. Es necesario estudiar con más detalle la organización tisular de la vagina y uretra en diferentes especies con fines de comparación. Tal información permitiría entender la diversidad funcional y conductual asociada a estos órganos. El presente documento reúne, compara y discute la información existente sobre las características histológicas de la uretra y la vagina en algunas hembras de mamíferos destacando aquellas de la coneja, modelo utilizado por nuestro grupo de investigación para estudiar la fisiología reproductiva y urinaria femenina.

Palabras clave: Coneja, epitelio, músculo liso, músculo estriado, tejido conectivo.

ABSTRACT. The analysis of the histological characteristics of the urethra and the vagina in female mammals is useful in understanding the physiology and pathology of processes such as urinary continence, copulation and delivery. In this regard, the species most studied with respect to the histological organisation of the urethra and vagina, are the rat and the rabbit. For comparative purposes, it is necessary to study in greater detail the histological organisation of the urethra and vagina in different species. The information gathered could help understand the functional and behavioural diversity associated with these organs. This study gathers, compares and discusses the existing information on the histological characteristics of the urethra and vagina in some mammal females, with emphasis on those of the rabbit, a model used by our research group to study female reproductive and urinary physiology.

Key words: Female rabbit, epithelium, smooth muscle, striated muscle, connective tissue.

INTRODUCCIÓN

APARATO UROGENITAL FEMENINO

En mamíferos el aparato urogenital femenino (AUF) está constituido por órganos de los aparatos urinario y reproductivo. Para su estudio, el AUF se divide en superior e inferior. El superior incluye los riñones, los uréteres, los ovarios, los oviductos y el útero. El inferior está integrado por la vejiga urinaria, la uretra y la vagina. La vejiga urinaria almacena la orina producida por los riñones y la uretra la transporta hacia el exterior. La vagina es un con-

ducto utilizado para transportar las secreciones del aparato reproductivo y es el sustrato de la cópula y la expulsión de las crías al momento del parto.

Las gatas, perras, cerdas, conejas, borregas, yeguas y vacas se caracterizan por presentar AUF. En dichas especies, la uretra se une a la vagina en la región cercana al seno urogenital (Fig. 1A), de manera que el último tercio vaginal es utilizado para orinar, copular y parir (Wake 1992; Senger 2003). Otras especies, como la mujer y la rata, no presentan AUF. En ellas los aparatos urinario y reproductivo están organizados de manera independiente, con orificios de salida separados, aunque ambos tienen

el mismo origen embrionario y se encuentran en estrecha cercanía (Fig. 1B).

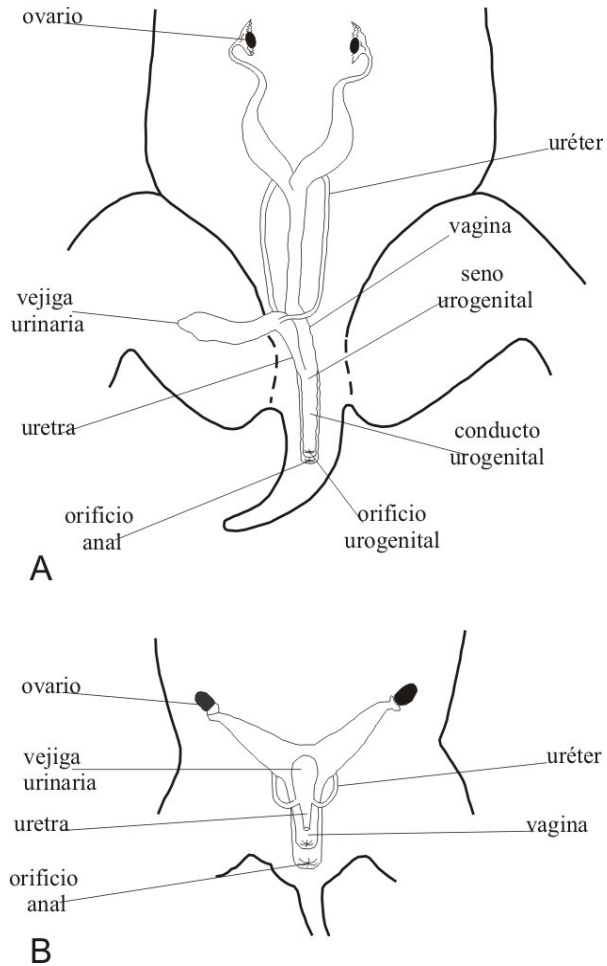


Figura 1. Vista ventral de la región pélvica de dos hembras adultas de mamíferos: (A) coneja y (B) rata. En la coneja, se muestran los conductos uretral y vaginal por separado y unidos cuando forman el conducto urogenital, tal organización también la presentan perras, gatas, vacas, borregas y cabras, entre otras. En la rata, se muestra la disposición anatómica de los conductos uretral y vaginal cada uno con su respectivo orificio de entrada/salida.

Figure 1. Scheme of the pelvic region for two adult female mammals seeing from the ventral side: (A) rabbit and (B) rat. In rabbits, the urethra and vagina ducts are close forming the urogenital tract. This last organization is also found in dog, cat, cow, lamp, and sheep. In rats, the urethra and vagina ducts have their own inlet/outlet.

URETRA Y VAGINA

La uretra y vagina son órganos tubulares (Geneser 2000) formados por cuatro capas concéntricas

llamadas tunicas (Fig. 2). De la luz a la periferia se observa la mucosa, constituida de epitelio y lámina propia (tejido conectivo); la submucosa, constituida de tejido conectivo; la capa muscular, formada de musculatura lisa; y la túnica adventicia, constituida de tejido conectivo, o serosa, si lo que se observa es tejido conectivo y mesotelio (epitelio sin actividad secretora). Este arreglo de capas varía entre cada órgano e incluso puede verse modificado para cumplir funciones específicas (Banks 1996; Geneser 2000; Senger 2003; Ross *et al.* 2005). Incluso puede haber variaciones de acuerdo a la especie como lo cita la World Association of Veterinary Anatomists (2005). Así hay especies como la rata, donde la literatura sugiere que la organización histológica de la vagina es homogénea en toda su longitud (Hebel & Stromberg 1986; Resplande *et al.* 2002). Por otro lado, existen reportes en otras especies, como las gatas, perras, cerdas, yeguas y conejas, que indican que sus vaginas se dividen en diferentes regiones de acuerdo con las características epiteliales (Baxter 1933; Carr 1953; Senger 2003; Rodríguez-Antolín *et al.* 2006; Rodríguez-Antolín *et al.* 2009).

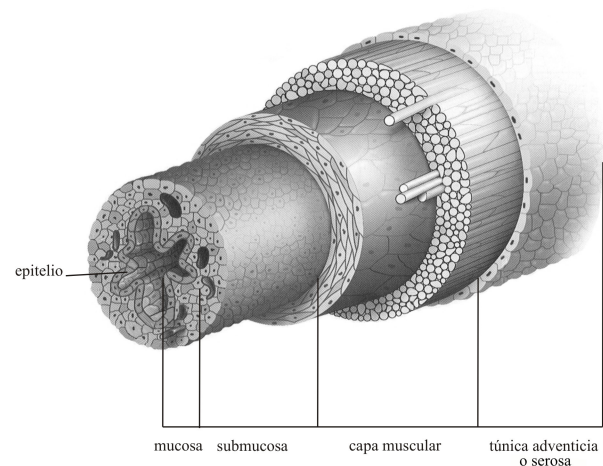


Figura 2. Representación esquemática de la organización tisular de un órgano tubular, de la luz a la periferia: mucosa, submucosa, capa muscular y túnica adventicia o serosa. Modificado de Senger (2003).

Figure 2. Drawing of the histological organisation of a tubular organ, from the lumen to the periphery: mucose, submucose, muscle layer and adventitious or serose tunic. Modified from Senger 2003.

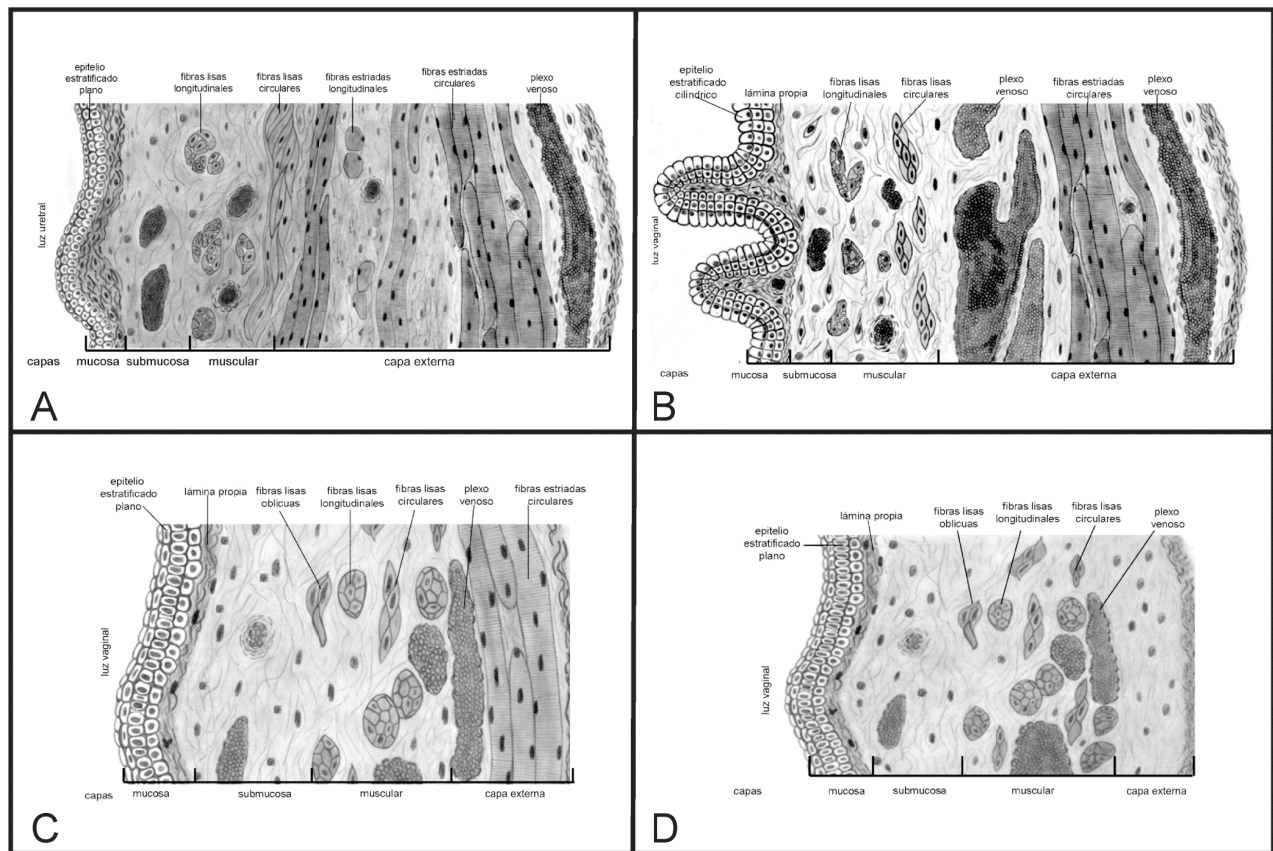


Figura 3. Esquemas representativos de las paredes uretral y la vaginal de conejas adultas. Se ilustran los tipos celulares y extracelulares de las diferentes capas en de la uretra distal (A), vagina pélvica anterior a la desembocadura de la uretra en la vagina (B), vagina pélvica posterior a la desembocadura de la uretra en la vagina (C), vagina perineal anterior (D) y vagina perineal posterior (D). Modificado de Rodríguez-Antolín *et al.* (2006).

Figure 3. Drawings of the urethral and vaginal walls in adult rabbits. The cellular and extracellular types of the different layers in the distal urethra (A), pelvic vagina before the urethra joins the vagina (B), pelvic vagina after the urethra joins the vagina (C), anterior perineal vagina (D) and posterior perineal vagina (D) are shown. Modified from Rodríguez-Antolín *et al.* 2006.

La morfología uretral y vaginal es un aspecto crítico para explicar la fisiología y fisiopatología de los procesos que ahí se llevan a cabo. En la micción, la cópula y el parto existen varios aspectos básicos que son aún desconocidos, en parte, debido a la compleja organización estructural del aparato urogenital inferior. La presente revisión reúne, compara y discute la información existente sobre las características histológicas de la uretra y la vagina en algunas hembras de mamíferos. La información analizada proviene de roedores, modelos ampliamente utilizados en la investigación científica, así como en diferentes especies domésticas, como perras y gatas, incluyendo a aquellas especies de granja donde

se practican técnicas de inseminación artificial, como son los casos de cerdas, yeguas y borregas, entre otras. Especial énfasis se hace en la coneja, modelo en el que nuestro grupo estudia la fisiología reproductiva y urinaria a través de diferentes enfoques metodológicos: anatómico, fisiológico y conductual.

HISTOLOGÍA URETRAL

En roedores como la rata, la uretra se localiza ventralmente a la vagina y se abre en la punta del clítoris (Olds & Olds 1979). En la porción medial uretral se observa el epitelio, la lámina propia, la musculatura lisa, arreglada en dos subcapas

(una interna de fibras longitudinales y otra externa de fibras circulares) y la musculatura estriada. Esta última constituye el esfínter externo de la uretra (EEU) y ha sido descrito por varios autores (Holt 1990; Dyce et al. 1999; Howard et al. 2000; Praud et al. 2003; Cruz & Downie 2005; Kim et al. 2007). En la zona central del EEU, las fibras del músculo estriado de las paredes dorsal y ventral son más numerosas que en las paredes laterales (Lin et al. 1998; Resplande et al. 2002; Praud et al. 2003). En la ratona silvestre (*Neotomodon alstoni*), la pared uretral está constituida de epitelio columnar estratificado, tejido conectivo y una capa muscular interna cuyas fibras se orientan circularmente y una externa en dirección longitudinal (Estrada 2002). En el cobayo, la luz uretral está limitada por una prominente mucosa y una submucosa en la que se ubica un amplio plexo vascular. La submucosa es más delgada en la uretra proximal, aumentando en su porción distal (Dass et al. 1999). La capa muscular está organizada en dos subcapas: una externa cuyas fibras se orientan en dirección circular y una interna con orientación longitudinal (Dass et al. 1999). También se ha reportado la presencia de una capa de musculatura estriada que rodea a la uretra y que constituye al EEU (Dass et al. 1999; Kunze et al. 2006).

En especies como perras y gatas la uretra es relativamente larga y se origina en la porción craneal de la pelvis, continuando sobre la sínfisis isquiopubiana para desembocar en el suelo del vestíbulo, caudal a la unión vestíbulo vaginal (Dyce et al. 1999). En ambas especies se ha descrito la presencia del EEU (Holt 1990).

En ungulados como vacas, cabras, borregas, yeguas y cerdas, la uretra está unida en su pared dorsal con la vagina, mientras que las paredes laterales y ventral están adyacentes al músculo constrictor vestibular (Banks 1996; Dyce et al. 1999). En tales especies, la uretra desemboca en el vestíbulo vaginal formando un solo conducto (Sisson 1982). Particularmente, en la cerda, se ha reportado la presencia de una mucosa constituida de epitelio de transición y epitelio plano estratificado, también se ha reportado la existencia de una lámina propia constituida de un conspicuo plexo vascular y abundantes fibras de

colágeno y elastina (Dyce et al. 1999). Además, en tal especie, la uretra proximal presenta fibras musculares más esparcidas con abundante tejido conectivo entremezclado con sinusoides cavernosos vs la porción distal (Dyce et al. 1999; Dass et al. 2001). En esta especie la musculatura estriada asociada a la uretra se conoce como músculo uretral estriado o esfínter vesical estriado (Dyce et al. 1999; Dass 2001; Pel et al. 2006). Por otro lado, en la borrega, la uretra está constituida, de la luz a la periferia, por una capa de musculatura lisa cuyas fibras se orientan en direcciones oblicua y longitudinal; otra capa constituida de musculatura lisa y estriada entremezcladas con fibras longitudinales y circulares de tejido conectivo denso; y una tercera capa formada por fibras circulares de musculatura estriada, la que teóricamente correspondería al EEU (Rodríguez-Veiga et al. 2005). Estos mismos autores han reportado que el EEU tiene forma de "U" y se extiende a lo largo de las porciones medial y caudal del conducto uretral (Rodríguez-Veiga et al. 2005).

HISTOLOGÍA VAGINAL

En la rata la vagina es un conducto fibromusculoso que abre al exterior separada de la uretra. La pared vaginal es delgada, de unos 15 a 20 mm de longitud y de 3 a 5 mm de diámetro cuando está distendida (Hebel & Stromberg 1986). Histológicamente, la pared vaginal se constituye de seis capas de epitelio estratificado plano, una capa subepitelial de tejido conectivo denso, dos capas de musculatura lisa, una interna cuyas fibras corren circularmente y otra externa en dirección longitudinal; por último, la túnica adventicia compuesta de tejido conectivo laxo (Hebel & Stromberg 1986; Daly & Kramer 1998; Uribe 2002; Pessina et al. 2006; Daucher et al. 2007). En la ratona silvestre, el epitelio vaginal es estratificado (Holderegger 1980).

En perras y gatas, la vagina es larga y estrecha en su porción craneal. El conducto vaginal está regionalizado, esto es, que tal conducto no es homogéneo en toda su longitud con respecto a su organización histológica. En ambas especies, la región craneal está revestida de epitelio columnar a diferencia de la caudal que se caracteriza por tener

Tabla 1. Características histológicas de la uretra y la vagina en algunos mamíferos. Vcr = vagina craneal; Vca = vagina caudal; UD = uretra distal; V1 = Vagina pélvica anterior a la desembocadura de la uretra en la vagina; V2 = Vagina pélvica posterior a la desembocadura de la uretra en la vagina; V3 = vagina perineal craneal; V4 = vagina perineal caudal. *El esfínter externo de la uretra (EEU) se incluyó en el cuadro dado que es una estructura estrechamente relacionada a la uretra.

Table 1. Histological characteristics of the urethra and vagina of some mammals. Vcr = cranial vagina; Vca = caudal vagina; UD = distal urethra; V1 = pelvic vagina before the urethra joins the vagina; V2 = pelvic vagina after the urethra joins the vagina; V3 = anterior perineal vagina; V4 = posterior perineal vagina. *The external sphincter of the urethra (EEU) was included as it is a structure closely related to the urethra.

RATA	COBAYO	RATONA	PERRA, GATA	VACA, CABRA, YEGUA	CERDA	BORREGA	CONEJA
ÓRGANO: URETRA							
Capa: Mucosa							
-Epitelio -Tejido conectivo	Existe, pero no especifican características	-Epitelio columnar estratificado Tejido Conectivo			-Epitelio de transición y estratificado plano -Plexo vascular -Colágeno y elastina		-UD Epitelio estratificado plano -Lámina propia compuesta de tejido conectivo denso
Capa: Submucosa							
	-Tejido conectivo	-Tejido conectivo -Sinusoides					-Tejido conectivo fibroso
Capa: Muscular (lisa)							
-Dos capas: interna, fibras longitudinales; externa, fibras circulares	-Dos capas: interna, fibras longitudinales; externa, fibras circulares	-Dos capas: interna, fibras circulares; externa, fibras longitudinales			-Dos capas: longitudinales y circulares	-Dos capas: longitudinales y oblicuas	-Dos capas: interna, fibras longitudinales; externa, fibras circulares
Capa: Túnica adventicia							
						-Mezcla de musculatura, lisa y estriada, con fibras de tejido conectivo denso en direcciones longitudinal y circular	-No tiene
Capa: Externa							
-Musculatura estriada (fibras circulares)	-Musculatura estriada (fibras circulares)		-Musculatura estriada (fibras circulares)		-Musculatura estriada (fibras circulares)	-Musculatura estriada (fibras circulares)	-Tejido conectivo denso irregular -Plexo venoso -Musculatura estriada (fibras circulares)
ÓRGANO: EEU (estriado)*							
-Forma parte de la pared uretral			-Estructura adyacente a la pared uretral		-Estructura adyacente a la pared uretral	-Forma parte de la pared uretral	-Forma parte de la pared uretral

Tabla 1. Continuación.
Table 1. Continued.

RATA	COBAYO	RATONA	PERRA, GATA	VACA, CABRA, YEGUA	CERDA	BORREGA	CONEJA
ÓRGANO: VAGINA							
Capa: Mucosa							
-Epitelio es- tratificado plano -Tejido conec- tivo denso		-Epitelio estratificado	-Vcr epitelio columnar -Vca epitelio estratificado plano	-Vcr epitelio columnar -Vca epitelio estratificado plano	-Vcr epitelio columnar -Vca epitelio estratificado plano		-V1 epitelio es- tratificado cilíndrico -V2, V3 y V4 epi- telio estratificado plano -Lámina propia compuesta de tejido conectivo denso irregular
Capa: Submucosa							
-Dos capas: interna, fibras circulares;			- Principalmente constituida de fibras		-Dos capas: interna		-Tejido conectivo fibroso -V1 fibras entre- mezcladas: circu- lares y longitudi- nales -V2 fibras entre- mezcladas: circu- lares, oblicuas y
Capa: Muscular (lisa)							
externa, fibras longitudinales					externa fibras circulares		longitudinales -V3 y V4 fibras entremezcla- das: circulares, oblicuas y lon- gitudinales con sinusoides
Capa: Túnica adventicia							
-Tejido conec- tivo laxo							-No tiene
Capa: Externa							
							-V1 y V2 teji- do conectivo den- so irregular, plexo venoso y múscu- lo estriado (fibras circulares) -V3 y V4 tejido conecti- vo denso irregular

epitelio estratificado escamoso (Ellenport 1982; Banks 1996; Senger 2003). Con respecto a la capa muscular, en ambas especies, se menciona que es gruesa y formada principalmente de fibras circulares (Ellenport 1982). En vacas, cabras, borregas, yeguas y cerdas han descrito al conducto vaginal como un tubo relativamente largo, de paredes finas y distensible tanto en longitud como en anchura. Éste

conducto ocupa una posición media en la cavidad pélvica y se asocia dorsalmente con el recto y centralmente con la vejiga urinaria y la uretra (Dyce *et al.* 1999). El conducto vaginal se divide en una porción craneal, revestida de epitelio columnar, y una caudal caracterizada por tener epitelio estratificado escamoso (Senger 2003). En estas especies de ungulados, la capa muscular vaginal es muy desarrollada

(Dyce *et al.* 1999).

LA CONEJA, UN MODELO ÚTIL PARA EL ESTUDIO DE LA HISTOLOGÍA URETRAL Y VAGINAL

El conejo es un lagomorfo ampliamente utilizado en los estudios de biología reproductiva y urinaria (Miller 1998) y sobre el cual existen descripciones histológicas generales de la uretra y vagina (Baxter 1933; Carr 1953; Hickey *et al.* 1982; Barberini *et al.* 1992; Persson *et al.* 1996; Arner *et al.* 1998; Oh *et al.* 2003; Kim *et al.* 2004). Recientemente nuestro grupo de investigación ha descrito detalladamente las características histológicas de la uretra distal y la vagina pélvica y perineal de esta especie (Rodríguez-Antolín *et al.* 2006; Rodríguez-Antolín *et al.* 2009).

La uretra se divide en tres porciones: proximal, medial y distal. La última porción se une a la pared ventral de la vagina a través de tejido conectivo, desembocando directamente en el canal vaginal formando el conducto o canal urogenital (Popesko *et al.* 1990; Martínez-Gómez *et al.* 1997; Cruz *et al.* 2002). Histológicamente, la uretra está constituida de músculo liso dispuesto en dos capas, una interna de fibras longitudinales y otra externa cuyas fibras se orientan circularmente; además, las fibras de colágeno son abundantes y se orientan longitudinalmente (Hickey *et al.* 1982; Persson *et al.* 1996; Arner *et al.* 1998). Datos obtenidos por nuestro grupo han determinado que, 1) la mucosa de la uretra distal está constituida de epitelio estratificado plano y una lámina propia compuesta de tejido conectivo denso irregular, 2) la submucosa está formada de tejido conectivo fibroso, 3) la capa muscular se divide en dos subcapas de musculatura lisa (una subcapa interna cuyas fibras corren longitudinalmente y una externa en dirección circular). También se ha caracterizado una cuarta capa, denominada capa externa, constituida de tejido conectivo denso irregular, abundantes sinusoides y musculatura estriada cuyas fibras se disponen circularmente. Tal organización de la capa externa es igual tanto en la pared uretral como en la vaginal (Figura 3A) (Rodríguez-Antolín *et al.* 2006; Rodríguez-Antolín *et al.* 2009).

El conducto vaginal mide aproximadamente 18 cm de longitud (Popesko *et al.* 1990; Martínez-Gómez *et al.* 1997). Para su estudio es posible dividirlo en tres regiones, abdominal, pélvica y perineal (Martínez-Gómez *et al.* 1997; Cruz *et al.* 2002). Las capas mucosa (tejido epitelial) y muscular (músculo liso) de las paredes uretral y vaginal han sido más estudiadas en comparación con la submucosa y la túnica adventicia (Baxter 1933; Carr 1953; Oh *et al.* 2003; Barberini *et al.* 1992; Kim *et al.* 2004).

En embriones y neonatos del conejo, las dos terceras partes superiores del conducto vaginal se constituyen de epitelio columnar, mientras que el tercio restante está revestido por epitelio estratificado plano (Baxter 1933; Carr 1953). En individuos juveniles, el tercio superior y medio del conducto vaginal se caracteriza por la abundancia de músculo liso, mientras que el tercio inferior se compone de numerosos sinusoides irregulares dispersos entre el músculo liso (Oh *et al.* 2003). En conejas sexualmente maduras, se ha mostrado que los dos primeros tercios vaginales tienen epitelio simple columnar (Barberini *et al.* 1992; Kim *et al.* 2004) aunque no se dice nada del último tercio.

En conejas adultas, es posible observar una regionalización a lo largo de la vagina pélvica y perineal en función de las capas que las constituyen (Fig. 3) (Rodríguez-Antolín *et al.* 2006; Rodríguez-Antolín *et al.* en prensa). En la vagina pélvica, anterior a la desembocadura de la uretra, la mucosa está constituida de epitelio estratificado cilíndrico y su lámina propia de tejido conectivo denso irregular. La submucosa está compuesta de tejido conectivo fibroso. La capa muscular está organizada en pequeños paquetes entremezclados de fibras de músculo liso en direcciones circular y longitudinal. La capa externa está constituida de tejido conectivo denso irregular, abundantes sinusoides y de fibras de músculo estriado orientadas circularmente (Fig. 3B). La vagina pélvica, posterior a la desembocadura de la uretra, es diferente de la vagina pélvica anterior en las capas mucosa y muscular. La mucosa está constituida de epitelio estratificado plano. La capa muscular, además de tener fibras circulares y longitudinales, también tiene fibras en dirección oblicua (Fig. 3C). La vagina perineal anterior y posterior

tiene una mucosa formada de epitelio estratificado plano. En la capa muscular las fibras corren circular, oblicua y longitudinalmente y están entremezcladas con grandes e irregulares sinusoides. La capa externa sólo está constituida por tejido conectivo (Fig. 3D) (Rodríguez-Antolín *et al.* 2009).

DISCUSIÓN

La morfología uretral y vaginal es útil para explicar la fisiología y fisiopatología del aparato urogenital inferior femenino. Las especies analizadas en esta revisión tienen unidas la uretra y la vagina a nivel del vestíbulo vaginal, con excepción de la rata. Las características histológicas de tales órganos sugieren una relación con la dinámica funcional de cada especie.

La Tabla 1 resume los principales componentes reportados de las capas uretral y vaginal en diferentes hembras. Dos de las especies en que más información histológica existe acerca de la uretra y la vagina son la rata (Hebel & Stromberg 1986; Russell *et al.* 1996; Lin *et al.* 1998; Daly & Kramer 1998; Uribe 2002; Praud *et al.* 2003; Damaser *et al.* 2005; Pel *et al.* 2006; Pessina *et al.* 2006; Daucher *et al.* 2007) y la coneja (Baxter 1993; Carr 1953; Barberini *et al.* 1992; Oh *et al.* 2003; Kim *et al.* 2004; Rodríguez-Antolín *et al.* 2006; Rodríguez-Antolín *et al.* 2009).

Probablemente, la dinámica funcional de las hembras con uretra y vagina unidas, como ocurre en conejas, perras, gatas, yeguas y cerdas requiera

entre otras, especializaciones tisulares más específicas. Por ejemplo, en la coneja las características que mencionamos en la Tabla 1, posiblemente le permitan expulsar a la orina en diferentes formas: chorro, rocío, chisguete y goteo (Martínez-Gómez *et al.* 2004), así como llevar a cabo de manera rápida y eficiente su cópula (dura menos de un minuto) y su parto (dura menos de 10 minutos y puede expulsar en promedio ocho crías) (Hudson *et al.* 1999). De ahí la necesidad de conocer en detalle la morfología uretral y vaginal en la coneja doméstica. La información generada contribuirá al conocimiento de tales niveles funcionales y conductuales.

El epitelio, el tejido conectivo y la musculatura lisa son tejidos sensibles a cambios hormonales (Hasan & Fischer 2003; Kim *et al.* 2004; Pessina *et al.* 2006), ello los ha hecho objeto de múltiples estudios. Se requiere de la información histológica de ambos órganos para hacer comparaciones entre especies, así como, para resolver otros cuestionamientos, por ejemplo, el que factores como la edad, paridad y desórdenes hormonales pudieran modificar las características histológicas uretrales y vaginales en mamíferos.

AGRADECIMIENTOS

PAPIIT-UNAM IN228110-MMG; CONACYT 105882-MMG; PROMEP-SEP: PTC-38, 109 FC. A Nicte Xelhuantzi, Laura García Rivera, Dora Luz Corona Quintanilla e Iván Rubén Bravo Castillo.

LITERATURA CITADA

- Arner A, Mattiasson A, Radziewski, Uvelius B (1998) Shortening velocity is different in longitudinal and circular muscle layers of the rabbit urethra. *Urological Research* 26 (6): 423-426.
- Banks WJ (1996) *Histología veterinaria aplicada*. 2da ed. México: El Manual Moderno, S.A. C.V. 1996: 297, 653, 654.
- Barberini F, De Santis F, Correr S, Motta P (1992) The mucosa of the rabbit vagina: A proposed experimental model for correlated morphofunctional studies in humans. *European Journal of Obstetrics, Gynecology, and Reproductive Biology* 44 (3): 221-227.
- Baxter JS (1933) The Development of the Vagina in the Rabbit. *Journal of Anatomy* 67 (4): 555-562.
- Carr EB (1953) The development of the rabbit vagina. *Journal of Anatomy* 87: 423-431.

- Cruz Y, Downie JW (2005) Sexually dimorphic micturition in rats: relationship of perineal muscle activity to voiding pattern. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 289 (5): 1307-1318.
- Cruz Y, Hudson R, Pacheco P, Lucio RA, Martínez-Gómez M (2002) Anatomical and physiological characteristics of perineal muscles in the female rabbit. *Physiology & Behavior* 75 (1-2): 33-40.
- Daly TJM, Kramer B (1998) Alterations in rat vaginal histology by exogenous gonadotrophins. *Journal of Anatomy* 193 (3): 469-472.
- Damaser MS, Whitbeck C, Chichester P, Levin RM (2005) Effect of vaginal distension on blood flow and hypoxia of urogenital organs of the female rat. *Journal of Applied Physiology* 98: 1884-1890.
- Dass N, McMurray G, Brading AF (1999) Elastic fibres in the vesicourethral junction and urethra of the guinea pig: quantification with computerised image analysis. *Journal of Anatomy* 195 (3): 447-53.
- Dass N, McMurray G, Greenland JE, Brading AF (2001) Morphological aspects of the female pig bladder neck and urethra: Quantitative analysis using computer assisted 3-dimensional reconstructions. *The Journal of Urology* 165: 1294-1299.
- Daucher J, Clark K, Stolz D, Meyn L, Moalli P (2007) Adaptations of the rat vagina in pregnancy to accommodate delivery. *Obstetrics and Gynecology* 109 (1): 128-35.
- Dyce KM, Sack WO, Wensing CJG (1999) *Anatomía Veterinaria*, 2dª ed. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Ellenport CR (1982) Aparato urogenital de los carnívoros. En: Robert Getty, editor. *Anatomía de los animales domésticos*. 5ta ed. Barcelona: Salvat Editores, S.A. 1728-1741 pp.
- Estrada FE (2002) Aparato excretor. En: Atlas de histología de vertebrados. Estrada FE, Uribe AM, editores. México: Universidad Nacional. Autónoma de México 117-131 pp.
- Geneser F (2000). *Histología*. 3rd ed. México: Médica Panamericana 575-578, 635-637 pp.
- Hasan A, Fischer B (2003) Epithelial cells in the oviduct and vagina and steroid-synthesizing cells in the rabbit ovary express AhR and ARNT. *Anatomy and Embryology* 207 (1): 9-18.
- Hebel R, Stromberg MW (1986) *Anatomy and embryology of the laboratory rat*. Germany: BioMed Verlag Wörthsee 70, 126, 721 pp.
- Hickey DS, Phillips JI, Hukins DW (1982) Arrangements of collagen fibrils and muscle fibers in the female urethra and their implications for the control of micturition. *British Journal of Urology* 54 (5): 556-561.
- Holderegger C (1980) Ultrastructural study of the mucification of the stratified epithelium of the mouse vagina. *Cell and Tissue Research* 213 (3): 475-482.
- Holt PE (1990) Urinary incontinence in dogs and cats. *The Veterinary Record* 127 (14): 347-350.
- Howard D, Delancey JOL, Tunn R, Ashton-Miller JA (2000) Racial differences in the structure and function of the stress urinary continence mechanism. *Obstetrics and Gynecology* 95 (5): 713-717.
- Hudson R, Cruz Y, Lucio RA, Ninomiya J, Martínez-Gómez M (1999) Temporal and behavioral patterning of parturition in rabbits and rats. *Physiology & Behavior* 66 (4): 599-604.
- Kim NN, Min K, Pessina MA, Munárriz R, Goldstein I, Traish AM (2004) Effects of ovariectomy and steroid hormones on vaginal smooth muscle contractility. *International Journal of Impotence Research* 16 (1): 43-50.

- Kim RJ, Kerns JM, Liu S, Nagel T, Zaszczurynski P, Lin DL, Damaser MS (2007) Striated muscle and nerve fascicle distribution in the female rat urethral sphincter. *The Anatomical Record* 290 (2): 145-154.
- Kunze A, Neuhaus J, Stolzenburg JU (2006) Quantitative immunohistochemical study of the innervation of the guinea pig lower urinary tract. *BJU internacional* 98 (2): 424-429.
- Lin AS, Carrier S, Morgan DM, Lue TF (1998) Effect of simulated birth trauma on the urinary continence mechanism in the rat. *Urology* 52 (1): 143-151.
- Martínez-Gómez M, Corona D, Fajardo V, García L, Hudson R (2004) Patterns of urination in female rabbits of different age and reproductive state. *Memorias de la 2nd World Lagomorph Conference*. Julio 26-31. Vairao Portugal.
- Martínez-Gómez M, Lucio RA, Carro M, Pacheco P, Hudson R (1997) Striated muscles and scent glands associated with the vaginal tract of the rabbit. *The Anatomical Record* 247 (4): 486-495.
- Miller JB (1998) Rabbits. En: *Encyclopedia of reproduction* (eds) Knobil E, Neill JD. Academic Press, San Diego. 173 pp.
- Oh SJ, Hong SK, Kim SW, Paick JS (2003) Histological and functional aspects of different regions of the rabbit vagina. *International Journal of Impotence Research* 15 (2): 142-150.
- Olds RJ; JR Olds (1979) A color atlas of the rat. New York-Toronto: John Wiley and Sons 63-67 pp.
- Pel JJ, Van Asselt E, Van Mastrigt R (2006) Contractile properties of the proximal urethra and bladder in female pig: morphology and function. *Neurourology and urodynamics* 25 (1): 70-7.
- Persson K, Svane D, Glavind B, Uvelius B, Forman A, Anderson KE (1996) Effects of ovariectomy on mechanical properties and collagen content in rabbit lower urinary tract smooth muscle. *Scandinavian Journal of Urology and Nephrology* 30 (1): 7-14.
- Pessina MA, Hoyt RF, Goldstein Jrl, Traish AM (2006) Differential effects of estradiol, progesterone, and testosterone on vaginal structural integrity. *Endocrinology* 147 (1): 61-69.
- Popesko P, Pajtová V, Horák J (1990) A color atlas of the anatomy of small laboratory animal Vol. 1. Inglaterra: Wolfe Publishing Ltd 119-123 pp.
- Praud C, Sebe P, Mondet F, Sebillé A (2003) The striated urethral sphincter in female rats. *Anatomy and Embryology* 207 (2): 169-175.
- Resplande J, Gholami SS, Tulio M, Graziottin TM, Rogers R, Lin CS, Leng W, Lue TF (2002) Long-Term effect of ovariectomy and simulated birth trauma on the lower urinary tract of female rats. *The Journal of Urology* 168 (1): 323-330.
- Rodríguez-Antolín J, Bravo IR, Xelhuanzi N, García M, Pacheco P, Martínez-Gómez M (2006) Aparato urogenital en conejas: efectos de la edad y la paridad. En: Quintanar Stephano JL, editor. *Neurobiología experimental de la conducta: fundamentos y tópicos afines*. México: Universidad Autónoma de Aguascalientes 168-180 pp.
- Rodríguez-Antolín J, Xelhuanzi N, García-Lorenzana M, Cuevas E, Hudson R, Martinez-Gómez M (2009) General tissue characteristics of the lower urethral and vaginal walls in the domestic rabbit. *Internacional Urogynecology Journal and Pelvic Floor Dysfunction* 20(1): 53-60.
- Rodríguez-Veiga E, Mestre-Nieto L, Martínez-Sainz P, García-Pascual A, Martín-Palacios S, Marín-García P, González-Soriano J (2005) Stereological study of the external urethral sphincter in the female urethra of the lamb: a new model for studies on urinary continence. *Anatomia, Histologia, Embryologia* 34 (2): 85-92.

- Ross MH, Kate GI, Pawlina W (2005) *Histología texto y atlas color con biología celular y molecular*. 4ta ed. México: Médica Panamericana 604-642, 729-784 pp.
- Russell B, Baumann M, Heidkamp MC, Svanborg A (1996) Morphometry of the aging female rat urethra. *International Urogynecology Journal and Pelvic Floor Dysfunction* 7 (1): 30-36.
- Senger PL (2003) *Pathways to pregnancy and parturition*. 2nd ed. Washington State University: Current Conceptions, Inc 10-43 pp.
- Sisson S (1982) Sistema urogenital de los equinos. En: Robert Getty, editor. *Anatomía de los animales domésticos*. 5ta ed. Barcelona: Salvat Editores 585-613 pp.
- Uribe AM (2002) Aparato reproductor femenino. En: Atlas de histología de vertebrados. Estrada FE, Uribe AM, editores. México: Universidad Nacional. Autónoma de México 149-171 pp.
- Wake MH (1992) The comparative anatomy of the urogenital system. In: Wake MH, editor. *Hyman's Comparative vertebrate anatomy*. 3rd ed. Chicago and London: The University of Chicago Press 555-614 pp.
- World Association of Veterinary Anatomists (2005) *Nomina anatómica veterinaria*. 15th ed. Hannover, Columbia: Committee.