

Estrategia Reproductiva del *Octodon degus* senil: Descripción Morfométrica e Histológica del Pene

Senile *Octodon degus* Reproductive Strategy:
Morphometric and Histological Description of the Penis

María Francisca Reyes*; Eduardo Bustos-Obregón**,† & Mariana Rojas**

REYES, M. F.; BUSTOS-OBREGÓN, E. & ROJAS, M. Estrategia reproductiva del *Octodon degus* senil: descripción morfométrica e histológica del pene. *Int. J. Med. Surg. Sci.*, 2(4):679-688, 2015.

RESUMEN: El *Octodon degus*, es un roedor nativo de Chile central, en su hábitat natural no sobrevive mas allá de 12 a 24 meses, pero en cautiverio alcanza una edad avanzada de 60 meses promedio. La investigación se realizó en seis ejemplares de *Octodon degus* seniles de 48 a 66 meses de edad. Los ejemplares de este estudio fueron divididos según su edad en los siguientes tres grupos: grupo A de 48 meses; grupo B de 56 meses y grupo C de 66 meses. Estos individuos, nacidos en cautiverio y alimentados ad libitum, se estudiaron con el objeto de determinar las características histológicas del báculo del *Octodon degus* senil. El pene fue procesado con la técnica de diafanización y posteriormente según la técnica histológica corriente H-E y teñidos con tinción de Masson y Von Kossa. En el pene senil, se puede reconocer; tejido óseo, tejido cartilaginoso, tejido adiposo, tejido conjuntivo compacto, tejido conjuntivo de haces paralelos fibras tendineas tejido muscular liso y fibras nerviosas. En el báculo se evidenció la presencia de varias capas de osteoblastos, indicadores de actividad secretora de la matriz extracelular del hueso. Un aporte de este estudio es haber descubierto un tejido que mantiene características de blastema poco diferenciado a edades muy avanzadas del *Octodon degus* que le permiten reconstruirse continuamente. Todas estas estructuras son dependientes de testosterona y de acuerdo a los resultados obtenidos, el sistema reproductivo de estos ejemplares seniles seguía funcionando y manteniéndose en el tiempo, aunque con niveles menores de testosterona que los ejemplares más jóvenes. El *Octodon degus* es un roedor endémico que presenta muchas estrategias reproductivas las cuales se mantiene en el tiempo no obstante el envejecimiento del animal.

PALABRAS CLAVE: Báculo; Espinas peneanas; Espículas; Octodón degus; Blastema; Células pluripotentes.

INTRODUCCIÓN

El pene del *Octodon degus* está conformado por báculo, espículas y espinas, estructuras dependientes de la testosterona, y que son un singular indicador de la función androgénica en la vejez, y en general de la función reproductiva de este animal. El presente trabajo realizará la descripción histológica del pene en el *Octodon degus* senil. Ello es posible ya que el degus puede vivir en cautiverio más de cinco años, lo que es el doble del tiempo que se estima vive en promedio en su hábitat natural.

El órgano de la cópula no ha sido analizado completamente en su relación con la senilidad. El presente estudio buscará develar algunos parámetros macroscópicos y microscópicos de estos órganos con relación al envejecimiento.

La importancia del estudio del pene en este roedor radica en que hace un tiempo atrás se realizaron estudios comparando las diferencias morfológicas entre las diferentes especies de octodontidae. En el trabajo de Altuna & Lessa

*Universidad Santo Tomas, Santiago, Chile.

**Programa de Anatomía y Biología del Desarrollo, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

(1985) y Lessa & Cook (1989) se encontró una variación en la estructura del pene entre las diferentes especies. Por otro lado las características del pene sirven para realizar el diagnóstico de la especie y su relación evolutiva (Contreras *et al.*, 1993). En cricétidos se pueden distinguir dos tipos de penes entre América del Norte y América del Sur. En América del Norte se encontraron penes complejos formados por tres segmentos pequeños y transitorios de tejido cartilaginosos y los de América del Sur presentan un pene sencillo con presencia de un solo báculo (Spotorno, 1992).

Los báculos a su vez tienen diferentes formas dependiendo de la especie. En el caso del *Octodon degus* presenta una forma con la parte proximal ancha y la parte distal angosta y su longitud es dependiente de la longitud del pene (Contreras *et al.*).

El pene contiene un saco intromitente el cual corresponde a una invaginación en la parte distal del glande, que es evertido durante el acto sexual. La superficie del glande y del saco está compuesta por múltiples y numerosas espinas las cuales ayudan a generar la ovulación de la hembra (Contreras *et al.*). Las espículas, son otro componente importante del pene, y se encuentran en el piso del saco intromitente, ocupando la posición distal cuando el saco es evertido con el fluido seminal. La retracción del saco está mediada por un par de tendones conectados en la base del saco con el cuerpo cavernoso al igual que en la chinchilla (Contreras *et al.*). El tamaño de las espículas parece depender de la edad, o más probablemente de la madurez del individuo. El *Octodon degus* presenta 4 espículas: dos a cada lado del saco intromitente (Contreras *et al.*).

MATERIAL Y MÉTODO

Se utilizaron 6 machos seniles, los cuales se separaron en 3 grupos (A, B y C), cada uno de dos individuos con edades de 48, 56 y 66 meses respectivamente. Todos estos ejemplares habían nacido en cautiverio, eran clínicamente sanos, y tenían un peso corporal que fluctuaba entre 225 y 354 g, se mantenían con agua y alimento ad libitum, provenientes

del bioterio del laboratorio (ciclo de luz/oscuridad de 12 h:12 h). Los animales se sacrificaron con pentotal sódico, se extrajo el pene, y se fijó en paraformaldehído al 10 % en PBS. Se procesaron según técnica corriente. Se realizaron cortes transversales de 5 μ m con un micrótomo, se tiñó con la tinción de Masson (tricrómico) y Von Kossa. La tinción de Masson se utiliza para evaluar las fibras colágenas, y la técnica de Von Kossa para evidenciar calcificación del báculo, espinas y espículas. La tinción de Von Kossa permite ver el ribete del osteoide de color rojo intenso y el hueso calcificado de color negro. Esta técnica es muy interesante de aplicar en este estudio ya que así podemos describir la mineralización del báculo en individuos seniles. Antes de realizar el proceso se procedió observar el pene en una lupa estereoscópica marca Zeiss. Se retiró el prepucio, para observar las otras estructuras como las espinas. Finalizado este proceso se realizó un corte ventral al meato urinario por el eje longitudinal del órgano. Por un lado del corte se expone el saco intromitente con sus correspondientes espículas, por el otro lado se observa la presencia del báculo rodeado de tejido. A continuación cada muestra (báculo, con sus espículas y espinas) se procesó con la técnica de diafanización según la técnica de Wassersug para destacar, de color rojo el hueso. Para esto las muestras se colocaron en una solución de KOH 1 %, el cual se usa para transparentar tejidos y se tiñó con rojo de alizarina.

RESULTADOS

Descripción macroscópica del Pene de Individuos Seniles de *Octodon degus*.

En el glande del *Octodon degus* se encuentran dos aberturas en la porción más distal, una corresponde al meato urinario, y la otra más grande y ventral, al saco copulador.

Retirando la cubierta de pelos encontramos a lo largo del pene una cubierta mucosa y en una capa más profunda encontramos la presencia de gran cantidad de pequeñas espinas con una disposición hacia distal distribuidas regularmente. Al realizar un corte por el eje longitudinal del órgano se observa una

invaginación del tejido, que corresponde al saco intromitente, el cual en su interior contiene gran cantidad de espinas. Estas se encuentran en una dirección opuesta a las encontradas externamente, ya que éstas en el momento de la copula serán evertidas.

En el interior del saco se observa una estructura, de una consistencia sólida, que da nacimiento a las espículas, las cuales nacen de una misma base y se dividen hacia la derecha y la izquierda encontrándose entre 2 a 3 pares para cada lado (Fig. 1).

También se puede observar la presencia de espinas en la cara externa del pene, distribuidas en forma uniforme a lo largo de éste. Estas estructuras también se tiñeron con alizarina destacando la queratina. En el corte longitudinal del saco intromitente se aprecia la presencia de espinas y espículas (Fig. 1) en el interior del saco ubicadas en forma uniforme y con dirección hacia proximal. A la vez se observa la presencia de espículas de gran tamaño donde se ve una división clara hacia un lado y

otro (Fig. 2). La cantidad de estas espículas varía entre 4 a 6 en cada animal.

Al retirar el saco intromitente y retirar parte del tejido muscular en contraste con la luz de la lupa podemos observar la presencia del báculo (hueso peneano) el cuál se encuentra a lo largo del pene cubierto por tejido muscular. A simple vista se observa que el báculo posee una zona basal ancha y convexa, y éste se va haciendo más angosto hacia distal, sin llegar hasta el meato urinario (Fig. 3). El báculo posee una forma elongada siendo más ancho en su región basal, la cual contiene por ambos lados dos concavidades y al centro un eje más alargado. Hacia el extremo distal éste comienza a adelgazarse (Fig. 4). Su longitud promedio es de 8,59 mm.

Descripción Histológica del Pene de Individuos Seniles de *Octodon degus*.

En la raíz del pene (zona proximal), se observa un anillo de tejido conectivo compacto, subyacente a éste un tejido cartilaginoso el cual

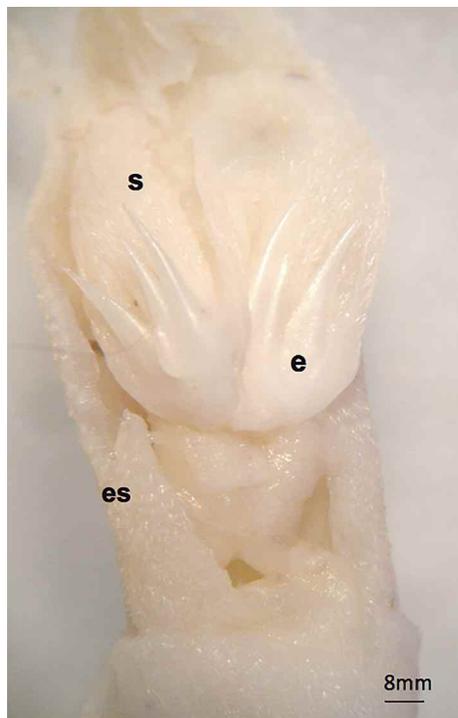


Fig. 1. Vista con lupa del saco intromitente (s).

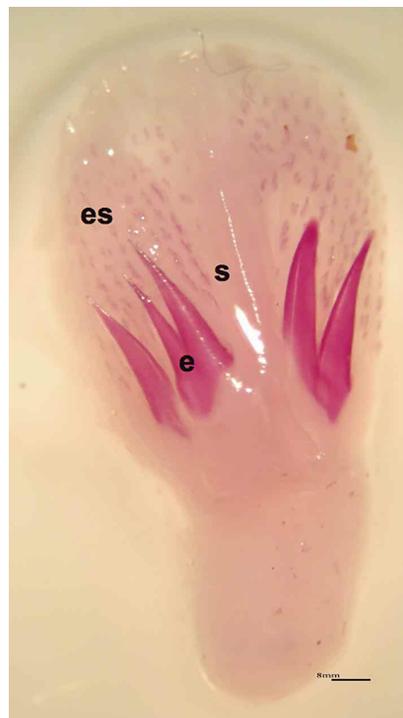


Fig. 2. Vista con lupa de las espículas con espinas (es) y espículas (e) la técnica de diafanización. Espinas (es) espículas (e), saco intromitente (si).

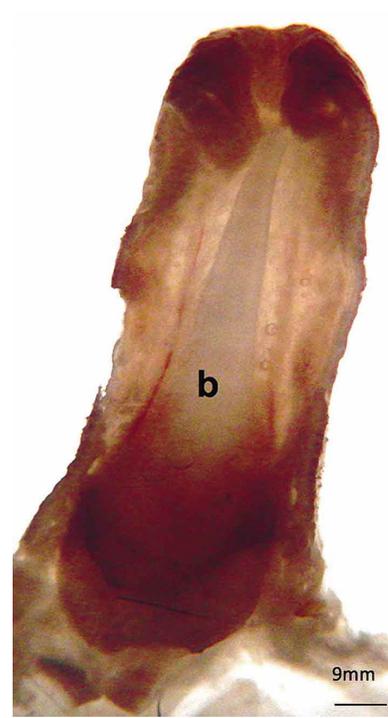


Fig. 3. Corte longitudinal del pene, (b) báculo sin tinción.

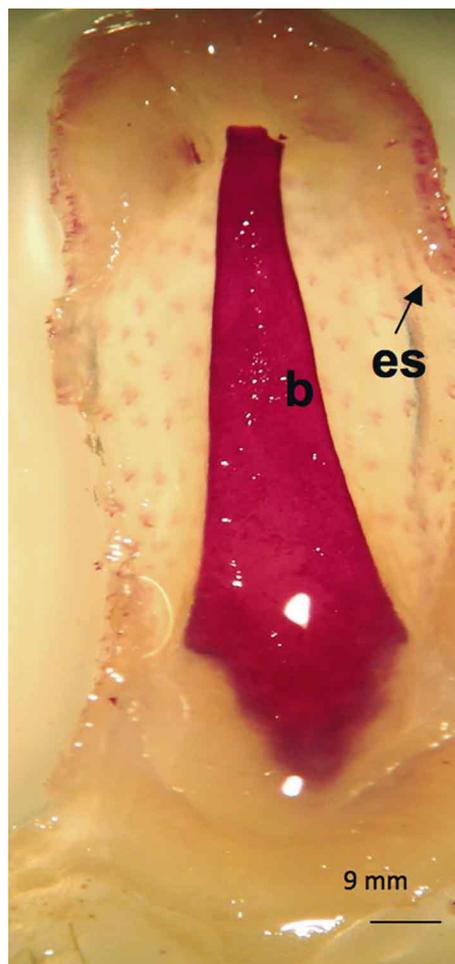


Fig. 4. Vista del báculo (b); espinas (es) (técnica diafanizado).

experimenta variaciones, desde cartílago hialino formado por condrocitos y una matriz homogénea hasta un fibrocartílago constituido por islotes de condrocitos inmersos en fibras colágenas. Inmediatamente unido a éste se encuentra el tejido óseo del báculo con trabécula y espacios medulares, donde destaca una gran cantidad de tejido adiposo. Con técnica de Von Kossa (Fig. 5) se ve una tenue reacción positiva en la base y una intensa reacción en el cuerpo del pene.

En el cuerpo del pene (zona media y distal), existe un tejido cartilaginoso, constituido por islotes de condrocitos inmersos en fibras colágenas: unido a éste se encuentra el tejido óseo del báculo. En las secciones longitudinales de pene se ve el tejido óseo con espacios medulares, y un grupo de osteoblastos con ca-

racterísticas de actividad. Además se identifica un cartílago hialino con condrocitos en proliferación muy activa (Fig. 6).

Circundando al báculo se observa tejido cartilaginoso. Los condrocitos están en sus lagunas a veces formando islotes (ver flechas) inmersos en fibras de tejido conjuntivo compacto, similar a un fibrocartílago. Se observan condrocitos en proliferación, existen grupos coronarios de dos, tres y cuatro células en sus respectivas lagunas, e inmersos en la matriz cartilaginea. Hacia la periferia se ven condroblastos ubicados en lagunas aplanadas (Fig. 7). Periféricamente desde el pericondrio avanza la vascularización y formación de trabéculas óseas. En el báculo, se observan espacios medulares. En el endostio se pueden observar células osteógenas y en la matriz ósea se encuentran inmersos los osteocitos (Fig. 8).

En el cuerpo del pene, se ve el tejido óseo con espacios medulares, los cuales están constituidos principalmente por células adiposas. En la matriz ósea se ven osteocitos y en una parte del periostio una importante cantidad de

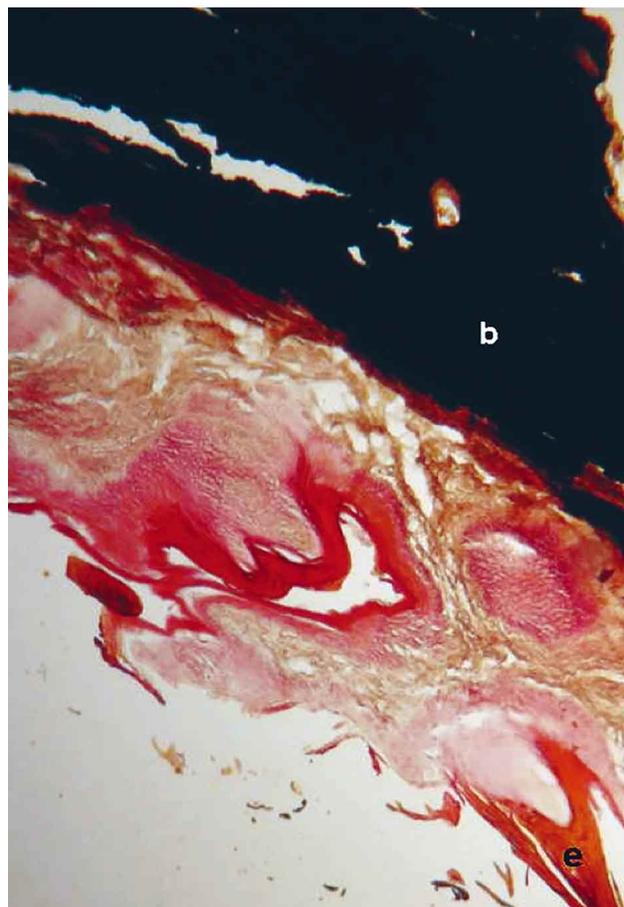


Fig. 5. Pene con tinción de Von Kossa. El báculo se ve de color negro. (100X) báculo (b), espinas (e).

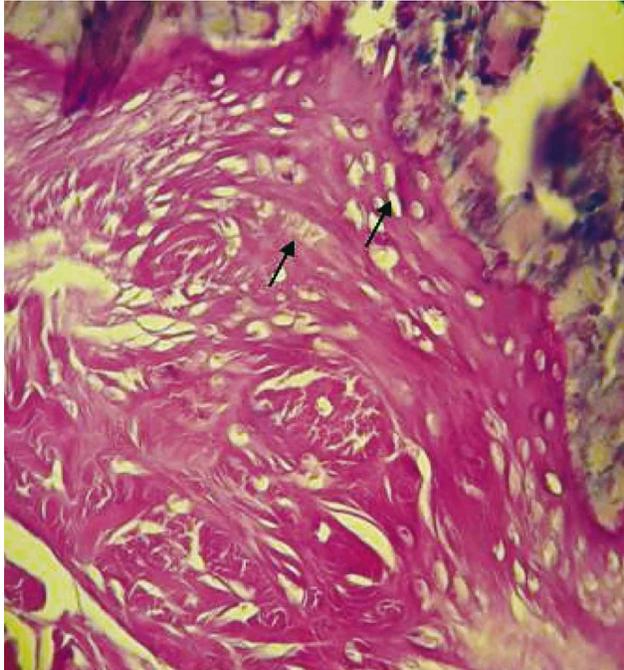


Fig. 6. Tejido cartilaginoso del báculo tinción corriente H-E (400X). Circundando al báculo se observa tejido cartilaginoso. Los condrocitos están en sus lagunas a veces formando islotes (ver flechas) inmersos en fibras de tejido conjuntivo compacto, similar a un fibrocartílago. Técnica H-E.

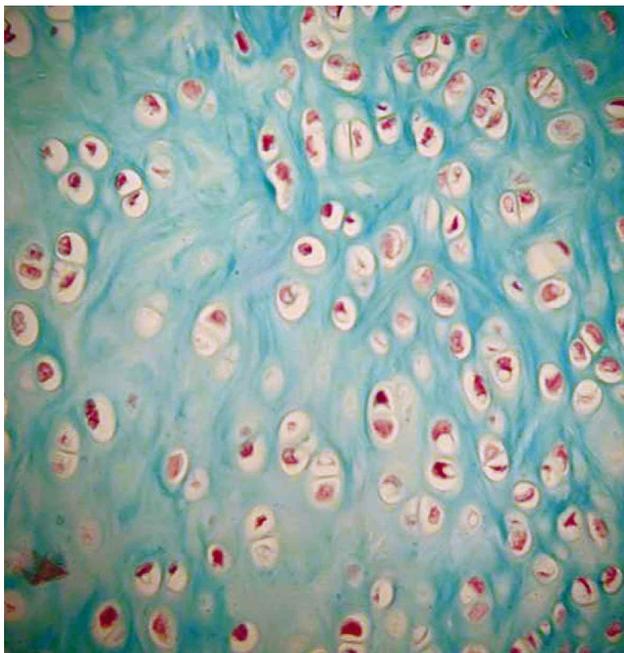


Fig. 7. Condrocitos con tinción de Masson (400x).

osteoblastos, el endostio tiene células osteógenas y no se ven osteoclastos. Junto al

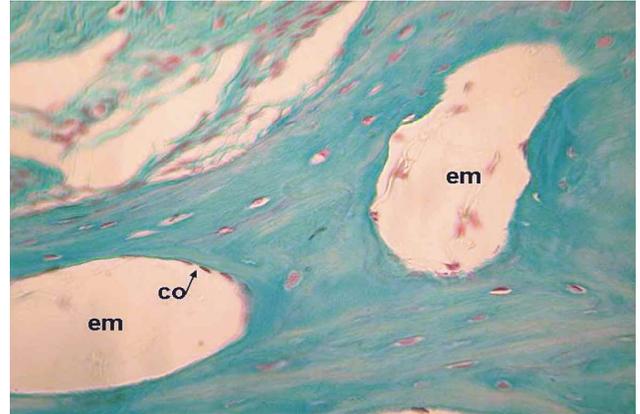


Fig. 8. Células osteógenas presentes en el báculo, Masson (400X) Espacios medulares (em), cel osteógenas (co), osteocitos (o).

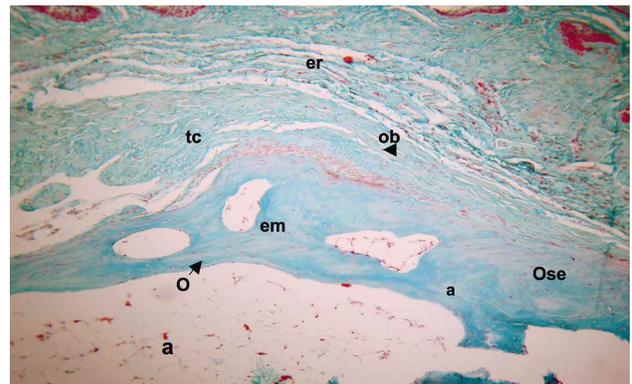


Fig. 9. Hueso y cartílago del báculo con tinción de Masson (50X) espacio medular (em), células adiposas(a) osteocitos (flecha), osteoblastos (ob), células osteógenas (O), tejido conectivo (tc), tejido eréctil (er).

tejido óseo hay tejido conjuntivo denso a compacto seguido por un tejido eréctil con muchos vasos sanguíneos (Fig. 9). Hacia lateral se encuentra tejido eréctil representado por los cuerpos cavernosos. Periféricamente existe un epitelio de revestimiento pluriestratificado con espinas córneas.

Revestiendo al pene se observa un epitelio plano estratificado cornificado, en el cual se distingue un estrato basal, dos capas de estrato espinoso, un estrato granuloso muy poco persistente y un estrato corneo muy fino. Este estrato forma espinas a intervalos regulares formadas principalmente por queratina. En los lugares donde emerge una espina existe una pequeña papila y un acumulo de células epiteliales.

Todas las espinas antes mencionadas se proyectan hacia la región distal del pene de manera uniforme. En cada espina se identifica una papila de tejido conectivo revestida por epitelio del cual se desarrolla una gruesa capa de queratina. En las áreas inter-espinas se observan pliegues de epitelio acompañados por tejido conectivo, y una disminuida capa de queratina. A continuación se observan espinas constituidas por queratina, las cuales están situadas entre los pliegues, los cuales presentan un epitelio pluriestratificado plano y un tejido conectivo denso (Fig. 10).

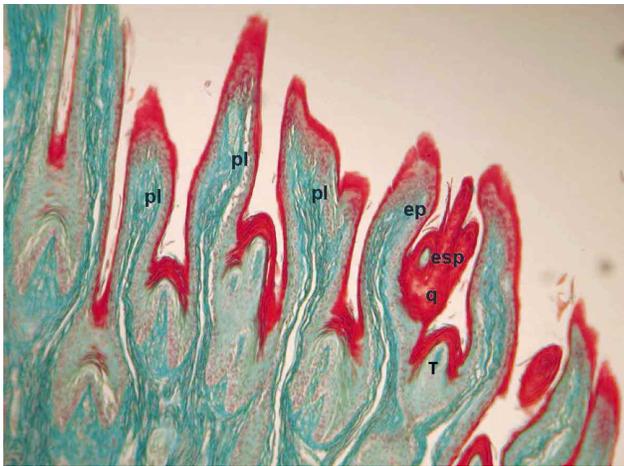


Fig. 10. espinas córneas (esp), queratina (q), pliegues (pl) epitelio (ep), tejido conectivo (T) (400X) técnica de Masson.

Análisis Histológico del Saco Intromitente.

En el saco intromitente del órgano de cópula de *Octodon degus* se observa la invaginación del epitelio para formar este saco. Se presenta un epitelio pluriestratificado plano queratinizado, observándose 6 estratos celulares. Subyacente a esta capa epitelial se observa tejido conectivo denso irregular. Este tejido conectivo forma papilas que parecen introducirse en el eje longitudinal de las espículas otorgando irrigación a todas las células epiteliales de la parte superior. Las espículas que se observan cortadas longitudinalmente nacen de un mismo punto y también se encuentran recubiertas por queratina (Fig. 11). En ciertas regiones del tejido conectivo se observa gran cantidad de vasos sanguíneos los que pueden corresponder a cuerpo esponjoso. Con respecto a la descripción microscópica e histológica del órgano a estudiar, no se encontraron diferencias entre los distintos grupos.

DISCUSIÓN

El pene del *Octodon degus* presenta una gran cantidad de dispositivos sofisticados para inducir la ovulación de la hembra y también como barreras para la fecundación con otras

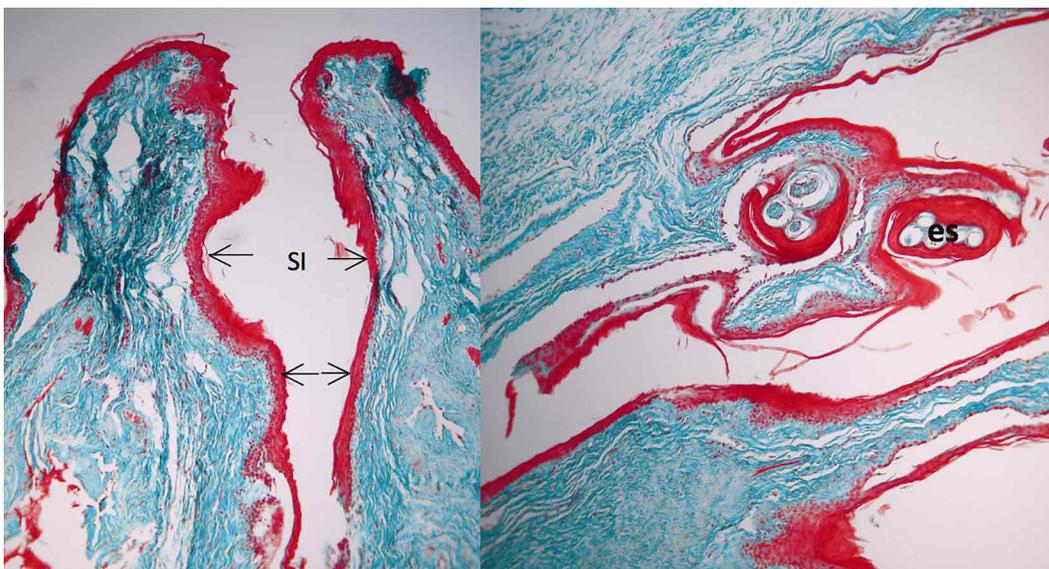


Fig. 11. Saco intromitente (SI) revestido por epitelio plano pluriestratificado (flechas), se invagina y contiene en la parte más profunda a las espículas (es).Tinción de Masson (100X).

especies de roedores. El animal senil conserva la presencia del hueso peneano, del saco intromitente, espículas y espinas peneanas. Todas estas estructuras anatómicas fueron descritas también para el animal joven (Contreras *et al.*).

Una diferencia con el animal joven está relacionada con la longitud promedio del báculo del *Octodon degus* senil, el cual fue de 8,59 mm. Esto muestra una clara diferencia con lo encontrado por Contreras & Bustos-Obregón (1980) quienes obtuvieron un promedio de la longitud del báculo de 9,6 mm, en individuos adultos jóvenes. Esta variación de tamaño según rango etario, probablemente está relacionada con mayores niveles de testosterona en los juveniles, lo que se correlaciona con las observaciones de Obregón & Ramirez (1997) quienes reportaron concentraciones plasmáticas de testosterona de $0,22 \pm 0,17$ (nM $1-\bar{d}$) en *Octodon degus* seniles en comparación con los jóvenes de $2,51 \pm 0,57$.

Tanto la longitud del báculo del *Octodon degus*, como el número de espículas, y presencia de espinas, estarían relacionadas con la disminución de la testosterona producto del envejecimiento. El cambio en los niveles de testosterona se debe a que con la edad la testosterona sérica total disminuye, aumenta la capacidad de la globulina fijadora de testosterona, los niveles de testosterona libre disminuyen y los niveles de estradiol aumentan o se mantienen constantes. Esto también ocurre en la especie humana, después de los 50 años en el hombre, siendo mayor sobre los 70 años (Zúñiga, 2007).

Existen algunos modelos que simularían la disminución de andrógenos como la planteada por Macleod *et al.* (2010). Este autor explicó que inhibiendo la acción de los andrógenos con la flutamida en la etapa embrionaria disminuye significativamente el tamaño del pene, el tamaño de las vesículas seminales, de la próstata y de los testículos. Lo anterior se relaciona con este trabajo ya que al existir menos cantidad de testosterona que se una a los receptores de andrógenos, se limitaría la longitud del báculo, junto con la longitud de las espículas de los distintos grupos de este estudio.

Al analizar la descripción microscópica del pene senil, se debe hacer énfasis en la amplia variedad de tejidos que se puede reconocer y que no estaba descrita en estudios anteriores en caviomorfos. Llama la atención la presencia de tejido óseo, tejido cartilaginoso, tejido adiposo, tejido conjuntivo compacto, tejido conjuntivo de haces paralelos (fibras tendineas), tejido muscular y fibras nerviosas. Este modelo no se encuentra en roedores miomorfos que tienen un pene más simple (Rojas *et al.*, 1982). Sin embargo, en cricétidos es posible encontrar incluso articulaciones. En el caso de otras especies de animales como en el perro aparece un báculo (Done *et al.*, 2010) y en el gato están las espinas peneanas, las cuáles son testoterona dependientes (Carvalho *et al.*, 2007).

En la raíz del pene, se encuentra un tejido cartilaginoso especial conformando una base al báculo. Muy próximo a éste se distingue tejido óseo y tejido adiposo. Es preciso recordar que en el adulto existen células multipotenciales, como por ejemplo: las células osteógenas que pueden originar a las células cartilaginosas; células adiposas; o células óseas dependiendo de las moléculas que formen su microambiente. En cultivos embrionarios de tejidos de pollo se ha observado que dependiendo del tenor de oxígeno transcurre la diferenciación celular. Si el tenor de oxígeno es muy bajo las células se transforman en células adiposas, y si es alto se forman células osteógenas (Hall, 1969). En las muestras de *Octodon degus* senil se observó una gran cantidad de tejido adiposo en los espacios medulares del hueso, y en el endostio células osteógenas aplanadas indicando una fase de reposo. Sólo en zonas muy determinadas del báculo se pudo ver presencia de varias capas de osteoblastos indicadores de actividad.

Para evaluar el hueso del báculo se utilizaron coloraciones tricrómicas para teñir diferencialmente las diversas estructuras histológicas. Las estructuras débilmente acidófilas se ven de color rojo a naranja y las fuertemente acidófilas, como las fibras de colágeno de azul a verde. El hueso del báculo se tiñó de color verde intenso. Al utilizar la técnica de Von Kossa que destaca los depósitos de Calcio de color negro se pudo observar que en la raíz del pene había una tinción de color marrón, en cambio en el cuerpo del pene el báculo

fue intensamente teñido de color negro lo que indica que está calcificado. En este caso el tejido óseo de la base del pene se presentaba difícil de evaluar, sumado a artificios de técnica por las curvaturas del báculo. Las diferencias con el animal juvenil son que en este último existe un proceso de osificación endocondral con formación de trabéculas y médula ósea (Rojas & Reyes, 2010). En el senil había un aumento de células adiposas, una reducción del tejido cartilaginoso y presencia de tejido hialinizado.

Al haberse teñido el báculo intensamente de color negro, nos indica que hay depósitos de Calcio, lo cual es un referente, ya que la disminución de concentración de testosterona, está asociada a la disminución de la masa ósea, por lo tanto, ésta es importante para mantener la masa ósea en el hombre senil (Zárate *et al.*, 2004), por lo que se está estudiando las terapias de administración de testosterona para casos de osteoporosis (Jones, 2008). Dado este dato sería interesante estudiar qué ocurre con los depósitos de calcio a nivel de otros huesos del *Octodon degus* senil, ya que éste, aunque presente una disminución de la testosterona no presenta signos de descalcificación a nivel de hueso peneano.

Fue interesante observar en estos animales seniles, un blastema de tejido cartilaginoso hialino muy activo con múltiples condrocitos en mitosis y posterior vascularización con formación de tejido óseo nuevo. Además aparecen los osteoclastos que van a remodelar el tejido. Esto significa que las células no están en reposo sino en actividad funcional.

El saco intromitente, contiene gran cantidad de espinas, en cambio el número de espículas es especie dependiente. En este caso hubo diferencia con la literatura que indica que el *Octodon degus* tiene dos pares de espículas, ya que en este estudio se observó un total de cinco o seis espículas. El saco intromitente se evierte durante la eyacuación aumentando la longitud del pene al doble, y de esta manera puede estimular a la hembra durante la cópula (Contreras *et al.*).

Las espículas que se encuentran en número de dos o tres por lado (derecho-izquierdo) presentan longitudes variables entre 2,06

mm y 3,24 mm. Estas espículas existen desde etapas tempranas del desarrollo postnatal (Rojas *et al.*, 1992) hasta la vida senil avanzada sin experimentar una clara involución. Solo hay una disminución del tamaño con la edad avanzada.

También se puede observar la presencia de espinas que se encuentran por la cara externa del pene. El número, ubicación y orientación parece ser similar al individuo juvenil. La diferencia se encuentra en una papila de tejido conectivo con alta cantidad de glicosaminoglicanos que es muy evidente en los juveniles (Rojas & Reyes, 2010) en comparación con los seniles donde ésta es muy reducida. La altura del epitelio de revestimiento es más reducida en los seniles que en los jóvenes.

CONCLUSIÓN

Como conclusión, el pene del *Octodon degus* senil presenta diferencias morfológicas tisulares con respecto al juvenil, y también existen diferencias en la longitud de las estructuras anatómicas tales como báculo y espículas. Aun cuando son características especie específicas, se encontraron diferencias en el número de espículas con respecto a la literatura. Si bien es cierto, algunos tejidos en la raíz del pene están alterados por efecto de la edad, existen blastemas cartilaginosos más proximales, que al parecer tienen la capacidad de reestructurar y formar nuevos tejidos.

Debe además considerarse que las células pueden diferenciarse en distintos linajes celulares: osteocitos; condrocitos; o células adiposas. Con respecto a las espinas del pene, éstas se mantienen presentes aún cuando disminuyan los niveles de testosterona. Sin embargo son más reducidas, ya que la papila de tejido conjuntivo que interactúa con el epitelio de revestimiento es más pequeña debido a que disminuyen los glicosaminoglicanos y como efecto de lo anterior el epitelio de revestimiento y las espinas de queratina también son más pequeñas. Lo más peculiar es el gran número de tejidos que se pueden encontrar concentrados en el pene de *Octodon degus* y la posibilidad que brinda para estudiar la histogénesis

ósea y cartilaginosa en tejidos ya envejecidos que se comportan como tejidos poco diferenciados.

El *Octodon degus* es un roedor endémico que presenta muchas estrategias reproductivas

las cuales mantiene en el tiempo no obstante su envejecimiento. Un aporte de este trabajo es haber descubierto un tejido que mantiene características de blastema poco diferenciado a edades muy avanzadas del individuo y que le permiten reconstruirse continuamente.

REYES, M. F.; BUSTOS-OBREGÓN, E. & ROJAS, M. Senile *Octodon degus* reproductive strategy: morphometric and histological description of the penis. *Int. J. Med. Surg. Sci.*, 2(4):679-688, 2015.

SUMMARY: The *Octodon degus*, a rodent native to central Chile, in their natural habitat do not survive beyond 12 to 24 months, but in captivity reached an advanced age of 60 months on average. The research was conducted in six specimens of senile *Octodon degus* 48 to 66 months of age. The animals of this study were divided by age into the following three groups: group A 48 months 56 months group B and group C of 66 months. These individuals were born in captivity and fed ad libitum. They were studied in order to determine their histological characteristics. The penis was processed with the diaphanisation technique and subsequently for histology and stained with H-E, Masson staining and Von Kossa. In the senile penis bone, cartilage, fat, connective tissue compact parallel bundles, smooth muscle tendon fibers and nerve fibers can all be observed. The baculo showed the presence of several layers of osteoblasts, indicative of secretory activity of the extracellular matrix of bone. A contribution of this study found a tissue that maintains characteristics of undifferentiated blastema at very advanced ages of *Octodon degus* that allow to continually rebuild tissue. All these structures are dependent on testosterone and according to the results; the reproductive system of these animals was still working senility at the time, although with lower levels of testosterone than younger individuals. *Octodon degus* is an endemic rodent that has many reproductive strategies which continue over time despite their old age.

KEY WORDS: Báculo; Espinas peneanas; Espículas; *Octodon degus*; Blastema; Células pluripotentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altuna, C. A. & Lessa, E. P. Penial morphology in Uruguayan species of *Ctenomys* (Rodentia: Octodontidae). *J. Mamm.*, 66(3):483-8, 1985.
- Carvalho, M. P. P.; Koivisto, M. B.; Perri, S. H. V. & Sampaio, T. S. M. C. Estudo retrospectivo da esterilização em cães e gatos no município de Araçatuba, SP. *Rev. Cienc. Ext.*, 3(2):81-94, 2007.
- Contreras, L. & Bustos-Obregón, E. Anatomy of reproductive tract in *Octodon degus* Molina: A nonscrotal rodent. *Arch. Androl.*, 4(2):115-24, 1980.
- Contreras, L.; Torres-Murra, J.; Spotorno, A. & Catzeflis, F. Morphological variation of the glans penis of south american octodontid and abrocomid rodents. *J. Mamm.*, 74(4):926-35, 1993.
- Hall, B. K. Hypoxia and differentiation of cartilage and bone from common germinal cells *in vitro*. *Life Sci.*, 8(10):553-8, 1969.
- Jones, T. H. *Testosterone Deficiency in Men*. Oxford, Oxford University Press, 2008. pp.147.
- Done, S. H.; Goody, P. C.; Evans, S. A. & Stickland, N. C. *Atlas en Color de Anatomía Veterinaria*. El Perro y el Gato. Vol. 3. Barcelona, Elsevier, 2010.
- Lessa, E. P. & Cook, J. A. Interspecific variation in penial characters in the genus *Ctenomys* (Rodentia: Octodontidae). *J. Mamm.*, 70:856-60, 1989.
- Macleod, D. J.; Sharpe, R. M.; Welsh, M.; Fiskin, M.; Scott, H. M.; Hutchison, G. R.; Drake, A. J. & van den Driesche, S. Androgen action in the masculinization programming window and development of male reproductive organs. *Int. J. Androl.*, 33(2):279-87, 2010.
- Obregón, E. B. & Ramirez, O. Ageing and testicular function in *Octodon degus*. *Andrologia*, 29(6):319-26, 1997.

- Rojas, M. A.; Montenegro, M. A. & Morales, B. Embryonic development of the degu, *Octodon degus*. *J. Reprod. Fertil.*, 66(1):31-8, 1982.
- Rojas, R. M.; Morales, C. B. & Spotorno, A. Cronology of genital differentiation in *Octodon degus*: octodontidae, rodentia. *Rev. Chil. Anat.*, 10(2):105-13, 1992.
- Rojas, M. & Reyes, F. *Desarrollo post natal del pene del Octodon degus, Rodentia macho*. Santiago de Chile, Laboratorio de Embriología Comparada, Programa de Anatomía y Biología del Desarrollo. Facultad de Medicina, Universidad de Chile, 2010. Disponible en: <http://www.embriologia.cl/octodon.pdf>
- Spotorno, A. E. Parallel Evolution and ontogeny of simple penis among new world cricetid rodents. *J. Mamm.*, 73(3):504-14, 1992.
- Zárate, A.; Saucedo, R. & Basurto, L. Recomendaciones para el manejo de la osteoporosis. *Gac. Med. Mex.*, 140(2):235-40, 2004.
- Zuñiga, G. S. Disfunción eréctil y su relación con la vejez. *Endocrinol. Nutr.*, 15(1):32-6, 2007.

Dirección para Correspondencia:
Dra. Mariana Rojas R.
Laboratorio de Embriología Comparada
Programa de Anatomía y Biología del Desarrollo
Facultad de Medicina, ICBM
Universidad de Chile
Santiago
CHILE

Email: dramrojas@hotmail.com

Recibido : 21-10-2015
Aceptado: 29-11-2015