

Estudios sobre la biología del ratón de los volcanes (*Neotomodon a. alstoni*). Existencia de estro postparto.

Juana Luis, Teresa Arenas, Guillermo Espinosa, Humberto Granados
Laboratorio de Biología Animal Experimental, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, UNAM

(Recibido, mayo 26, 1992; aceptado, febrero 15, 1993)

Resumen

Este trabajo describe los resultados de un estudio sobre el estro postparto (EP) del ratón silvestre de los volcanes. El EP se estableció por la presencia de espermatozoides en los frotis vaginales. El 89.4% de las hembras observadas (N=57) presentó EP en tiempo promedio de 19.2 ± 4.5 horas, con un rango de 9 a 26 horas. Ninguna de las hembras que copularon en el EP quedó preñada, i.e., ninguna tuvo un segundo parto consecutivo. La citología vaginal del EP se caracterizó por la presencia dominante de leucocitos y pocas células epiteliales nucleadas, lo cual es diferente a la fase estral típica de los roedores.

Palabras claves: Ratón de los volcanes - Estro postparto

Summary

This work reports the results of a study on the postpartum estrus (PE) of the wild mouse. The existence of PE was determined by the presence of spermatozoa in vaginal smears. From the 57 observed females, 89.4% presented PE, with an average time of 19.2 ± 4.5 hours, range of 9 to 26 hours. None of the females that copulated during the PE became pregnant, i.e., had a second consecutive delivery. The vaginal PE cytology was characterized by the dominant presence of leucocytes and few epithelial cells, which is different from the typical estrous phase in rodents.

Keys words: Wild volcano mouse - Postpartum estrus

Introducción

Se ha demostrado que el ratón de los volcanes (*neotomodon*)* es un roedor que ofrece características muy positivas para introducirlo como un nuevo modelo animal, dadas su inherente docilidad, su gran adaptación a las condiciones de cautiverio y su fácil reproducción en este medio. Desde 1976, en este laboratorio, se han venido realizando investigaciones sobre la biología de la reproducción del *neotomodon*^{1,2}, y, recientemente, se demostró que este ratón tiene una buena capacidad reproductora y un período reproductivo

comparativamente mayor al de la rata, ratón y jamster^{3,4}. Continuando con estas investigaciones, en este trabajo se seleccionó el estudio del estro postparto (EP) del *neotomodon*.

Aunque el estro postparto se define como el estro que ocurre inmediatamente después del parto, esta inmediatez no se encuentra realmente definida y al parecer tiene un amplio rango. Para Gilbert, el estro que ocurre dentro de las primeras 48 horas siguientes al parto es considerado un EP; mientras que el que ocurre después de este lapso de tiempo, pero dentro del período de lactancia, se considera un estro lactacional⁵. En este trabajo, para determinar la

*El nombre genérico de *Neotomodon* se usa en este artículo como nombre común "neotomodon".

existencia de EP, se siguió el criterio establecido por Gilbert. Al respecto, Olivera, en 1984, realizó un estudio en el cual menciona que el neotomodon presenta EP⁶, mientras que en una publicación posterior de Olivera y cols. se señala lo contrario⁷.

Material y métodos

Este trabajo se realizó con 80 hembras no vírgenes y 80 machos silvestres del ratón de los volcanes, capturados de noviembre de 1989 a marzo de 1990, en una zona de la Sierra del Volcán Ajusco (cerca de Parres, D.F.), comprendida entre los km 40 y 51 de la carretera federal a Cuernavaca. Para las capturas se emplearon trampas Sherman, y se utilizó como cebo una mezcla de avena con crema de cacahuete. Los animales capturados se separaron por sexo y fueron transportados al laboratorio, en donde se procedió a ectodesparasitarlos. En el laboratorio fueron mantenidos en jaulas de policarbonato con cama de aserrín, bajo condiciones ambientales de temperatura y humedad. Los períodos de iluminación fueron de 12 horas diarias, con luz artificial. Se les proporcionó como alimento nutricubos Purina para roedores pequeños, suplementados con lechuga y zanahoria dos veces por semana; como bebida se les proporcionó agua corriente ad libitum.

Con las hembras y machos capturados simultáneamente se formaron parejas, las cuales fueron apareadas seriadamente de mayo de 1990 a julio de 1991. En el apareamiento I, se aparearon 25 hembras (mayo de 1990); en el II, 30 (junio de 1990); en el III, 16 (agosto de 1990); en el IV, 17 (octubre de 1990); en el V, 31 (febrero de 1991); en el VI, 25 (marzo de 1991); en el VII, 27 (mayo de 1991); y en el VIII, 25 (julio de 1991). El período de apareamiento fue de 12 días⁸, al término de los cuales los machos fueron retirados, permaneciendo las hembras individualmente. Con base en las características externas de peso y color del pelaje, a las hembras empleadas en esta investigación se les catalogó en un rango de edad de 200 a 300 días.

Tomando como referencia el período de gestación de 27 días, se determinaron los días de probable parto, durante los cuales las hembras que resultaron preñadas (57 en total) fueron observadas continuamente para registrar cada uno de los partos. Posteriormente, entre las dos y tres horas siguientes al nacimiento de la última cría, se introdujo el macho progenitor a la jaula de la madre. Los frotos vaginales para detectar la posible presencia de espermatozoides se tomaron entre las 8 y 48 horas (con una frecuencia

de 8 horas) siguientes a la introducción del macho. Los frotos fueron obtenidos por lavado vaginal y teñidos con azul de metileno y toluidina, para enseguida observarlos al microscopio. La presencia de espermatozoides en el frote indicó la ocurrencia de cópula y, por ende, la de estro postparto (EP). En estos frotos también se realizó la caracterización citológica del EP. El macho fue retirado de la jaula de la hembra inmediatamente después de haberse observado espermatozoides en el frote.

Resultados

Los resultados obtenidos durante 14 meses de estudio se presentan en el Cuadro 1 y en la Fig. 1. En el Cuadro 1 se muestra que en el apareamiento I, de 5 hembras observadas 4 presentaron EP; en el apareamiento II, las 12 hembras observadas presentaron EP; en el apareamiento III, de 5 hembras observadas 4 presentaron EP; en los apareamientos IV y V, de 6 hembras observadas en cada uno, 5 presentaron EP; en los apareamientos VI y VII, en las 6 hembras observadas en cada uno, se registró EP, y en el apareamiento VIII, de las 11 hembras observadas 9 presentaron EP. Globalmente, se obtuvo que de un

CUADRO 1. Resultados de la presencia de estro postparto en el ratón de los volcanes silvestre

No. y fecha de apareamiento	No. de ♀♀ observadas	No. de ♀♀ que presentaron EP	No. de ♀♀ que no presentaron EP	No. de ♀♀ que tuvieron un segundo parto consecutivo
I mayo, 1990	5	4	1	0
II junio, 1990	12	12	0	0
III agosto, 1990	5	4	1	0
IV octubre, 1990	6	5	1	0
V febrero, 1991	6	5	1	0
VI marzo, 1991	6	6	0	0
VII mayo, 1991	6	6	0	0
VIII julio, 1991	11	9	2	0
Total y porcentaje	57 (100%)	51 (89.4%)	6 (10.5%)	0

EP = Estro postparto

total de 57 hembras observadas, 51 (89.4%) presentaron EP y 6 (10.5%) no lo registraron durante las 48 horas siguientes a la introducción del macho. En el Cuadro 1 también puede observarse que el EP se registró durante los 14 meses de estudio.

Con respecto al tiempo en el que se observó la presencia de EP (Fig. 1) se tiene lo siguiente: en el 35.3%¹⁸ de las hembras que presentaron EP, se registró entre las 24 y 26 horas siguientes al parto; en el 25.4%¹³, entre las 15 y 17 horas; en el 21.6%¹¹ entre las 21 y 23 horas; en el 9.8%⁵ entre las 18 y 20 horas; en el 5.7%³, entre las 12 y 14 horas; y únicamente el 1.9%¹ presentó EP entre las 9 y 11 horas. En promedio, el tiempo en el cual se presentó EP fue de 19.2 ± 4.5 horas, con un rango de 9 a 26 horas. Por otra parte, en la Cuadro 1 también se señala que de las 51 hembras que copularon en el EP, ninguna quedó preñada, i.e., ninguna tuvo un segundo parto consecutivo.

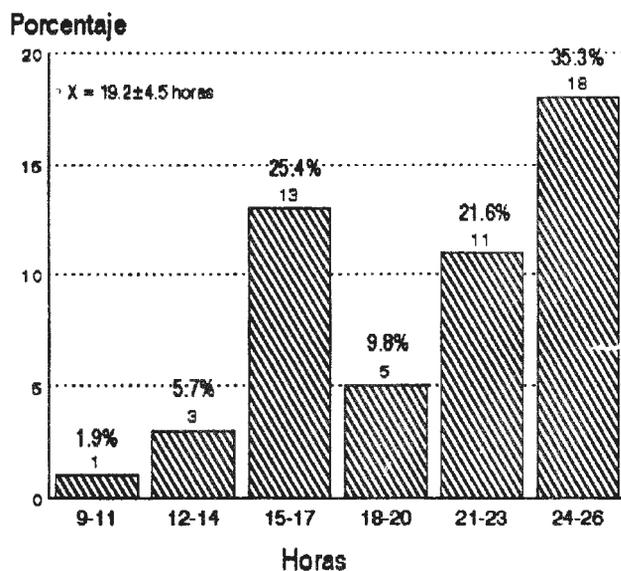


Fig. 1. Distribución en el tiempo de la presencia de estro postparto en el ratón de los volcanes.

Con relación a la citología vaginal del estro postparto se tiene que entre las 8 y 16 horas éste se caracterizó por la presencia dominante de leucocitos, unas pocas células epiteliales nucleadas y, ocasionalmente, algunas células epiteliales cornificadas. Entre las 15 y 24 horas se observó una disminución en el número de leucocitos y aumento en

la cantidad de células epiteliales nucleadas.

Discusión

El hecho de que en 51 hembras (89.4%) del total de las 57 observadas se haya comprobado la ocurrencia de cópula a través de la detección de espermatozoides en los frotos vaginales demuestra objetivamente que el ratón de los volcanes presenta EP, el cual fue observado durante todo el año (Cuadro 1). Esto constituye un avance importante en el conocimiento biológico de esta especie, pues al exhibir EP el neotomodon podrá reproducirse con superovulación de camadas, como ocurre en otros roedores^{9,10} que también exhiben esta estrategia reproductiva. Con relación a las seis hembras (10.5%) que no presentaron EP durante el período de observación, esto pudo deberse, entre otras causas, a trastornos ocasionados por el cautiverio, ya que el presente trabajo se realizó con hembras silvestres. Asimismo, estos resultados aclaran la contradicción existente entre las publicaciones anteriormente mencionadas^{6,7}. Cabe señalar que ambas publicaciones están basadas en el mismo trabajo experimental; sin embargo, en la segunda publicación se niega la existencia de EP en el neotomodon. Esta contradicción probablemente se debió a que en el trabajo de estos autores la detección de espermatozoides en el tracto vaginal se registró hasta las 72 horas postparto y únicamente en dos hembras, lo cual según el criterio de Gilbert⁵ se considera un estro lactacional. Por otra parte, estos resultados difieren de los nuestros, ya que en el presente estudio el EP se determinó en promedio a las 19.2 ± 4.5 horas en el 89.4% de las hembras observadas; esta diferencia probablemente se debe a las distintas condiciones experimentales en que se realizaron las dos investigaciones. El tiempo promedio (19.2 ± 4.5 horas) en que se presentó el EP (Fig. 1) en el neotomodon es similar a los señalados para otros roedores, e.g., *Rattus norvegicus*¹¹, *Mus musculus*¹² y *Microtus ochrogaster*¹³.

Otro resultado importante obtenido en este estudio es el relacionado con la ausencia de preñez, ya que ninguna de las hembras que presentaron EP tuvo un segundo parto consecutivo (Cuadro 1). Esto pudo tener, entre otras, las siguientes causas: 1) puede haber sido necesario un mayor número de series copulatorias para poder obtener la preñez; esto probablemente se hubiera logrado si el macho hubiera permanecido con la hembra después de haberse detectado espermatozoides en los frotos vaginales. Se ha señalado que en roedores como *Rattus norvegicus* y *Microtus montanus* para obtener la preñez en un EP

se necesita una mayor estimulación copulatoria que la que normalmente se requiere en un estro periódico^{14,15}; 2) es posible que las hembras de este roedor no alcancen la preñez en un EP, sino en un estro posterior dentro del período de lactancia como ocurre en otros roedores^{16,17}. Esto podría implicar que el EP no es la única oportunidad de alcanzar la preñez después del parto, sino que a partir de éste se presentan estros irregulares durante los cuales las hembras pueden quedar preñadas; esto explicaría los resultados obtenidos en el *Neotomodon* el día 3, y del día 8 al 22 dentro del período de lactancia⁶; 3) la manipulación experimental (toma de frotos vaginales) pudo interferir negativamente en los procesos relacionados con la fertilización del óvulo.

La presencia dominante de leucocitos que caracterizó la citología del EP difiere marcadamente de la fase estral típica señalada para otros roedores, la

cual se caracteriza por la presencia dominante de células epiteliales cornificadas. Esta observación sobre la citología vaginal del EP en el ratón de los volcanes es similar a lo señalado por Connor y Davis en *Rattus norvegicus*, en la cual la citología del EP también se caracterizó por la presencia dominante de leucocitos¹⁸. Al respecto, se concluye que la citología vaginal del EP en este roedor no puede utilizarse como un indicador de estro después del parto.

Se considera que los resultados del presente trabajo abren nuevas perspectivas para profundizar las investigaciones sobre esta materia; por ejemplo, es importante determinar la duración del EP, establecer si después de la ocurrencia del EP el estro se presenta periódica y regularmente, y determinar los niveles de 17 β -estradiol, progesterona y LH durante la etapa posterior al parto.

Referencias

1. Granados H. Estudios sobre la biología del ratón de los volcanes. I. Observaciones introductorias. XIX Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas. Durango, Dgo., 1976.
2. Estrada E, Cárdenas R, Granados H. Estudios sobre la biología del ratón de los volcanes. II. Reproducción de los animales silvestres capturados. XIX Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas, Durango, Dgo. 1976.
3. Luis J, Granados H. Estudios sobre la biología del ratón de los volcanes (*N. a. alstoni*). XXI. Capacidad reproductora de hembras silvestres en 15 apareamientos sucesivos. Arch Inv Med (Méx) 1990;21:51-6.
4. Hafez E. Reproduction and breeding techniques for laboratory animals. Philadelphia: Lea Febiger, 1970.
5. Gilbert A. Postpartum in lactational estrus. A comparative analysis in rodentia. J Comp Psychol 1984;98:232-45.
6. Olivera J. Reproducción de *Neotomodon alstoni* (Rodentia cricetidae). Tesis de Maestría. UAM, 1984.
7. Olivera J, Ramírez-Pulido S, Williams S. Reproducción de *Peromyscus* (*Neotomodon*) *alstoni* (Mammalia: Muridae) en condiciones de laboratorio. Acta Zoológica Mexicana 1986;6:1-27.
8. Granados H, Luis J. Estudios sobre la biología del ratón de los volcanes (*N. a. alstoni*) XI. Investigación comparativa sobre la reproducción de hembras silvestres en el laboratorio apareadas durante uno y dos ciclos estrales. Arch Invest Méd (Méx) 1987;18:111-8.
9. Happold M. Reproduction biology and developments in the conilurine rodents (Muridae) of Australia. Australian J Zool 1976;24:19-26.
10. Bronson F. Mammalian Reproductive Biology. Chicago: University Press, 1989.
11. Connor J, Davis H. Postpartum estrus in Norway rat. I. Behavior. Biol Reprod 1980; 23:994-9.
12. Green L. Biology of the laboratory mouse. 2a. ed. New York: Mc Graw-Hill Book, 1966.
13. Hofmann J, Getz L. Duration of postpartum estrus in the prairie vole. Bull Psychol Soc 1986; 24(4):300-1.
14. Hedricks C, McClintock M. The timing of mating by postpartum estrous rats. Zeitschrift für Tierpsychologie 1985; 67:1-16.
15. Dewsbury D, Evans L, Webster D. Pregnancy initiation in postpartum estrus in three species of muroid rodents. Horm Behav 1979; 13:1-8.
16. Breed G. Oestrus and ovarian histology in the lactating vole (*Microtus agrestis*). J Reprod Fert 1969; 18:33-42.
17. Bean C, Estep D. Postpartum copulation and induction of pregnancy in roof rats (*Rattus rattus*). Physiol Behav 1981; 27:785-9.
18. Connor J, Davis H. Postpartum estrus in Norway rats. II. Physiol Biol Reprod 1980; 23:1000-6.