



ARTÍCULO ORIGINAL

Estudio de la actividad contractil uterina basal durante el ciclo estral de la rata

Study of basal activity uterine contractile during the cycle estral of the rat

Apolo Adolfo Carrasco García¹, Miguel Ángel Camacho Pernas²,
Pablo Pacheco Cabrera³, Porfirio Carrillo Castilla⁴

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana.

²Laboratorio de Neuroanatomía, Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana.

³Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM.

⁴Laboratorio Biología del Desarrollo, Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana.

Carrasco-García AA, Camacho-Pernas MA,

Pacheco-Cabrera P, Carrillo-Castilla P.

Estudio de la actividad contractil uterina basal durante el ciclo estral de la rata

Rev Med UV 2008; 8(1): 25-32.

RESUMEN

Introducción. El útero tiene la capacidad de contracción espontánea; se ha evidenciado que segmentos de útero *in vitro* presentan contracciones espontáneas, incluso más activas que en condiciones *in vivo*, lo cual indica que existen factores que inhiben este tipo de contracciones a través de un sistema de regulación que se sugiere sea por hormonas; además, se piensa que existe lateralización en la actividad del útero, siendo más activo el cuerno derecho que el izquierdo. **Objetivo.** Determinar si existe lateralización funcional del útero y si la actividad contráctil espontánea varía con el ciclo estral en la rata. **Material y método.** Se utilizaron 36 ratas Wistar, adultas vírgenes; se registraron mediante frotis vaginal tres ciclos estrales. Durante diferentes etapas del tercer ciclo estral (diestro, proestro temprano, proestro tardío, estro temprano y estro tardío), se anestesiaron y se les expusieron sus cuernos uterinos, para realizar durante 10 min. continuos el registro de la actividad contráctil del útero. **Resultados.** No se encontraron diferencias en el número

de contracciones uterinas del cuerno izquierdo vs. el derecho durante las diversas etapas del ciclo estral ($F(5, 60)=0.06070$; $p=0.99745$). La etapa del ciclo estral sí tuvo efecto significativo en la frecuencia total de contracciones uterinas durante los 10 minutos de registro; se presentó una mayor frecuencia durante proestro temprano, proestro tardío, estro temprano y estro tardío en comparación con el diestro temprano y tardío, en donde se observó la menor frecuencia de contracciones ($F(5, 65)=9.7996$, $p=0.0000$). **Conclusiones.** Estos resultados muestran que no existe lateralización en la actividad contráctil del útero en la rata y que el estado hormonal de la hembra juega un papel importante en la regulación de la actividad contráctil uterina; y debido a este efecto, las contracciones se presentan de forma espontánea sin la estimulación mecánica del tracto genital.

Palabras claves: Útero, lateralización, contracción uterina, ciclo estral.

Recibido 15/10/2007 - Aceptado 11/02/2008

ABSTRACT

Introduction. The uterus has the capacity of spontaneous contraction; it has been demonstrated that segments of uterus *in vitro* present spontaneous contractions, even more active through that in conditions *in vivo*, which indicates that there exist factors that inhibit this type of contractions across a system of regulation that is suggested is for hormones; also, it is thought that it exists lateralization in the activity of the womb, being more active the right horn than the left. **Objective.** To determine if it exists lateralization functionally of the uterus and if the contractile spontaneous activity changes with the cycle estral in the rat. **Material and method.** There were used 36 rats Wistar, adult virgins; three estral cycles registered by means of vaginal smear was determined each morning obtained 2 h after lights off. During different stages of the third cycle estral (matador, proestro early, proestro late, early estrus and late estrus) they were anesthetized and his uterine horns were exposed to realize during 10 min. the record of the contractile activity of the uterus *in situ*. **Results.** Did not find differences in the number of uterine contractions of the left horn vs. the right horn during the diverse stages of the estral cycle ($F(5, 60) = 0.06070$; $p = 0.99745$). The stage of the estral cycle had significant effect in the entire frequency of uterine contractions during 10 minutes of record. A major frequency was present during early proestro, late proestro, early estrus and late estrus compared to the early and late diestrus, where the minor frequency of contractions was observed ($F(5, 65) = 9.7996$, $p = 0.0000$). **Conclusions.** These results show that it does not exist lateralization in the contractile activity of the uterus in the rat and that the hormonal state of the female plays an important role in the regulation of the uterine contractile activity; and due to this effect, the contractions appear of spontaneous form without the mechanical stimulation of the genital tract.

Key words: Uterus, lateralization, uterine contraction, estral cycle.

INTRODUCCIÓN

El útero tiene capacidad de contracción espontánea, es decir, sin estímulos sensoriales. Desde este punto de vista, se ha evidenciado que segmentos de útero *in vitro* presentan contracciones espontáneas, incluso más activas que en condiciones *in vivo*, lo cual indica que existen factores que inhiben este tipo de contracciones a través de un sistema

de regulación¹. Estructuralmente, el músculo liso uterino es muy similar a otro tipo de músculo liso visceral; con base en sus propiedades contráctiles, tiene las siguientes características: a) muestra contractibilidad espontánea, a menudo rítmica, y es fácilmente estimulado de forma mecánica; y b) sus ciclos de contracción son generalmente largos.²

Los modelos completos de actividad eléctrica de la contracción uterina están controlados por nervios autónomos, o como lo describe Bulbring (1970), en los mamíferos, por hormonas.³ Las características que han sido estudiadas y que conforman las contracciones uterinas son la duración, la frecuencia, la dirección, la intensidad y el tono basal, y al parecer estas características están moduladas por el estado hormonal de la hembra y por la cópula.

En ese sentido, en la rata se registró la frecuencia de la actividad contráctil uterina durante el ciclo estral mediante videolaparoscopia, y se encontró que la actividad uterina fue alta en estro y diestro y baja en proestro⁴. Estos resultados se contradicen en estudios con otras especies de mamíferos, como los porcinos.^{5,6} En cerdas multíparas, se realizó el registro de la actividad contráctil uterina basal y se observó una frecuencia promedio de 15 contracciones uterinas (CU) por hora antes del estro, 22 CU/h en el primer día del estro, y se concluyó que la actividad contráctil uterina espontánea se incrementó durante el día antes del estro, fue máxima durante el estro y declinó después del estro⁵. Otros autores⁶, observaron la frecuencia promedio de contracción uterina de $5.6 \text{ CU} \pm 0.6/\text{h}$ antes de la inseminación artificial. Para los controles, parecía aumentar de 5.2/h, antes de la inseminación artificial, a 11.0/h, en las dos horas siguientes a la inseminación artificial, pero las diferencias no fueron significativas. En la mujer, se han realizado varios estudios en donde se han identificado, durante parte del ciclo menstrual, tres patrones característicos de contracciones del útero no grávido^{7,8,9}:

- Durante la fase folicular tardía, la frecuencia de las contracciones uterinas se incrementa bajo la influencia de los estrógenos con un promedio de cuatro a seis CU/min.
- Durante la fase luteal, hay un decremento abrupto en la frecuencia de las contracciones uterinas de aproximadamente 2.5 CU/min caracterizando la relajación del útero por efecto

de la progesterona.

c) Durante la transición lúteo-folicular (menstruación), hay una frecuencia de 2.5 CU /min con una amplitud alta de 60 mm. Hg y un tono de descanso de 40 mm. Hg.

Los mismos autores indican que la actividad uterina se incrementa durante la fase folicular y que la función de esta actividad es transportar los espermatozoides hacia el sitio de la fertilización y, durante la transición lúteo-folicular, expulsar el contenido de la descamación del endometrio (menstruación). Por otro lado, se ha mencionado que la lateralidad es la utilización sistemática de uno o de otro de los órganos pares del cuerpo (ojo, oreja, mano, pié). Sin embargo, en cuanto a estudios relacionados con lateralización de otros órganos internos pares (riñón, útero, gónadas), los estudios son escasos. Para el caso de la actividad contráctil uterina, se señala que el ovario que produce el folículo dominante juega un papel relevante en la actividad contráctil de los cuernos uterinos¹⁶⁻²².

En los mamíferos poliovlutantes, se observan diferencias en la facultad ovulatoria de cada uno de los ovarios. En algunas especies, el dominio derecho es más frecuente pero también se han descrito casos de dominio izquierdo. En estudios realizados en hámsters dorados tras el apareamiento, se encontró más esperma en la trompa derecha que en la izquierda. En los ratones, el ovario derecho produce mayor número de óvulos que el izquierdo, pero esta característica está revertida en animales iv/iv situs inversus. En las ratas se ha observado que, durante la ovulación, el ovario izquierdo produce una media de seis óvulos, mientras que el derecho produce solamente cuatro. En las yeguas, el ovario derecho ovula significativamente más durante dos meses, mientras que el izquierdo lo hace en otros dos meses. En cambio, en yeguas lactantes, el nivel de ovulación en ambos ovarios es igual. En los camélidos, la mayor parte de las gestaciones se establecen en el cuerno izquierdo del útero. Aunque en la actualidad, se acepta que no existe una diferencia real de la actividad entre uno y otro ovario, y que la tasa de gestación es similar tanto si la ovulación ocurre en el ovario izquierdo como en el derecho¹⁸. En los bovinos, se determinó que, en las vacas vacías, el ovario derecho ovula en 67.05% (177/264) y el ovario izquierdo ovula 32.95% (87/264)²⁰.

En humanos, el ovario derecho recibe más

inervación que el ovario izquierdo, elemento que influye decisivamente en la diferenciación entre ambos ovarios. El útero y los oviductos representan una unidad funcional como una bomba peristáltica bajo el control endocrino del ovario ipsilateral. Se demostró en la etapa folicular del ciclo menstrual, en donde se colocaron partículas marcadas dentro del útero para observar su desplazamiento hacia los oviductos; el transporte predominante fue dentro del tubo ipsilateral al ovario conteniendo el folículo dominante. Estos resultados soportan la idea de que el útero y los oviductos actúan como una bomba peristáltica que incrementa el transporte de espermatozoides dentro del oviducto ipsilateral al ovario que produce el folículo dominante.^{16,17,19-22}

Sin embargo, los resultados son variados y en la rata no existen referencias sobre la lateralización en la actividad contráctil de los cuernos uterinos. Con respecto a la caracterización de la actividad uterina, ésta ha sido amplia y detalladamente estudiada durante la gestación y el parto (Caldeyro-Barcia, 1957). Sin embargo, en los mamíferos no ha sido estudiada con amplitud la actividad en el útero no gestante (Jainudeen y Hafez, 1986).

Como se ha descrito, en la rata las contracciones uterinas participan en el transporte espermático y en el aumento de la fertilidad^{10, 2}. También se ha mencionado que la actividad uterina se incrementa durante la fase de receptividad de la hembra, que la estimulación vaginocervical incrementa la frecuencia de la actividad contráctil del útero y la acción hormonal no juega un papel importante en la actividad contráctil uterina¹³. Además, no hay referencias sobre si existe lateralización de la actividad contráctil en la rata durante el ciclo estral como en otras especies (ruminantes). En ese sentido, el objetivo de este trabajo fue determinar si existe lateralización de la actividad contráctil uterina y la frecuencia basal de la actividad contráctil uterina durante las diferentes etapas del ciclo estral de la rata.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales experimentales

Se utilizaron 36 ratas hembras vírgenes de la cepa Wistar con un promedio de 250 a 300 g de peso corporal; éstas fueron divididas en grupos de seis por cada etapa del ciclo

estral (Proestro temprano, Proestro tardío, Estro temprano, Estro tardío, Diestro temprano y diestro tardío); las ratas se alojaron en cajas de acrílico transparentes con cama de aserrín, con una temperatura ambiente constante de $24^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y un ciclo de luz-oscuridad invertidos (12 x 12, la luz se encendía a las 20:00 hrs.), agua y alimento *ad libitum*. Previo al inicio del experimento, se determinó su estado reproductivo por medio de frotis vaginal diario durante tres ciclos en cada hembra, dos horas después de que se apagara la luz (10:00 hr).

En cuanto a la determinación del ciclo estral, se encontró en la literatura una serie de variaciones como son la duración de cada estado del ciclo, el número de fases en que está dividido el ciclo y la identificación de la citología vaginal. Por lo anterior, se realizó un esquema propio del ciclo estral, con base en el porcentaje de células encontradas durante los frotis vaginales; este esquema se determinó mediante el conteo de 100 células que se observaron en el microscopio de cada tipo de células (leucocitos, células nucleadas y células cornificadas) y se expresaron en porcentaje.

Procedimiento quirúrgico

Al tercer ciclo estral y una vez identificada la etapa del ciclo de cada rata, se fueron seleccionando diariamente; las ratas se anestesiaron vía intraperitoneal con Uretano (Sigma-Aldrich) a una dosis de 1.6 g/kg. de peso, en solución acuosa a 20%. Posteriormente se colocaron en posición supina y se hizo una incisión en la piel de la línea media abdominal; se incidió hasta antes del diafragma y 5 mm antes del clítoris; posteriormente, se desplazó el sistema digestivo hacia el exterior de la cavidad abdominal cuidadosamente mediante dos hisopos de algodón, cubriendo las vísceras con una gasa impregnada con solución salina fisiológica (Abbot) tibbia (37°C). Posteriormente, se identificó y se expuso el útero sin tocarlo; se irrigó la cavidad abdominal con solución fisiológica isotónica de cloruro de sodio a una concentración de 0.9 g de NaCl y a una temperatura que fluctuó entre 35 a 37°C para mantener el útero hidratado.

Registro de la actividad contráctil uterina

Se realizó un registro de la actividad uterina basal durante 10 minutos. Estos eventos se video grabaron por medio de

una videocámara digital Handycam Visión, marca Sony, modelo TRV608Hi8, 24 cuadros/seg., con un acercamiento de 7x al útero, para su análisis posterior.

Variables de respuesta

Las variables que se registraron en cada preparación fueron las siguientes: número de contracciones por cada cuerno uterino (izquierdo y derecho), número total de contracciones uterinas

Análisis estadístico

Para la evaluación de los resultados se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) bifactorial con un arreglo completamente al azar, utilizando la prueba de Tukey/Kramer para diferenciar las medias. La media y el error estándar, así como la significancia de las diferentes pruebas estadísticas, se obtuvieron con el paquete estadístico GB STAT V.6 (Dinamyc Microsystems) y los resultados se graficaron utilizando el paquete SIGMA PLOT 2001 para Windows (Jandel Scientific).

RESULTADOS

En la grafica 1 se muestran las medias ($\bar{x} \pm \text{E.E.}$) para el número de contracciones uterinas, comparando el cuerno izquierdo contra el derecho durante cada etapa del ciclo estral. No se encontraron diferencias estadísticas al comparar los dos cuernos uterinos (izquierdo vs. derecho) durante cada etapa del ciclo estral, $F(5, 60) = 0.06070$; $p = 0.99745$. Estos resultados nos indican que no existe lateralización en la actividad contráctil en el útero de la rata, como al parecer se encuentra en el útero de los rumiantes, en donde se ha reportado que el cuerno y ovario derecho son más activos.

En la grafica 2, se observan las medias ($\bar{x} \pm \text{E.E.}$) del número de contracciones uterinas en el ciclo estral, durante el registro de diez minutos. Se encontraron diferencias significativas al comparar el diestro con el proestro temprano, proestro tardío, estro temprano y estro tardío en donde se observó un mayor número de contracciones uterinas con relación al diestro, donde se encontró el menor número de contracciones del ciclo estral ($F: (5, 65) = 9.7996$, $p = 0.0000$, intervalo de confianza 0.95). Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas entre las etapas proestro temprano, proestro tardío, estro temprano y estro

tardío, que son las etapas en donde se encuentran altos niveles hormonales (estrógenos) y donde se observa la receptividad de la hembra, por lo que se considera que existe un efecto hormonal importante para que se presente la conducta de atracción y la cópula.

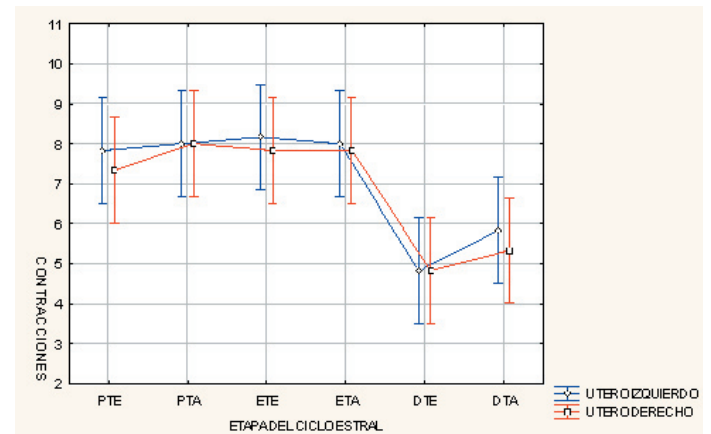
En la grafica 1, se muestran las medias ($\bar{x} \pm E.E$) para el número de contracciones uterinas en los cuernos izquierdo y derecho durante cada etapa del ciclo estral. No se encontraron diferencias estadísticas al comparar los dos cuernos uterinos (izquierdo vs. derecho) durante cada etapa del ciclo estral, $F(5, 60) = 0.06070$; $p = 0.99745$. Estos resultados nos indican que no existe lateralización en la actividad contráctil en el útero de la rata, como al parecer se encuentra en el útero de otras especies en donde se ha reportado que el cuerno y ovario derecho son más activos o depende en qué ovario existe un folículo dominante.

En la grafica 2, se observan las medias ($\bar{x} \pm E.E$) del número de contracciones uterinas en el ciclo estral, durante el registro de diez minutos. Se encontraron diferencias significativas al comparar el diestro con el proestro temprano, proestro tardío, estro temprano y estro tardío en donde se observó un mayor número de contracciones uterinas con relación al diestro, donde se encontró el menor número de contracciones del ciclo estral $F(5, 65) = 9.7996$, $p = 0.0000$, con un intervalo de confianza de 0.95%. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas entre las etapas proestro temprano, proestro tardío, estro temprano y estro tardío, que son las etapas en donde se encuentran altos niveles hormonales (estrógenos) y donde se observa la receptividad de la hembra, por lo que se considera que existe un efecto hormonal importante para que se presente la conducta de atracción y la cópula.

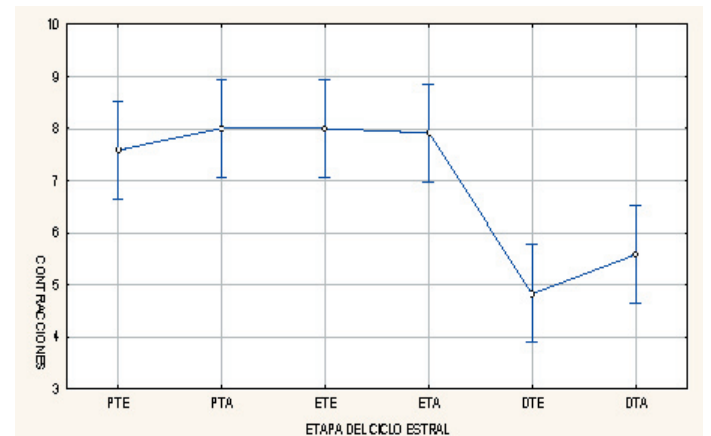
DISCUSIÓN

No se encontró lateralización en el funcionamiento de los cuernos uterinos quizás debido al tipo de ovulación que tiene la rata, ya que se presenta la ovulación máxima en los dos ovarios al mismo tiempo. Sin embargo, durante el registro de las contracciones uterinas basales, sí se descubrieron diferencias durante el ciclo estral, presentándose el mayor número de contracciones uterinas durante el proestro tardío y el estro temprano (fase de receptividad de la hembra) y el menor número de contracciones en diestro. Estos

resultados sugieren que el estado hormonal de la hembra juega un papel importante en la regulación de la actividad contráctil uterina.



Gráfica 1. Intervalos de confianza a 95% para las medias (LS Means) del factor útero izquierdo y derecho, donde no se observan diferencias significativas al compararlos en ninguna de las etapas del ciclo estral. PTE: proestro temprano; PTA, proestro tardío; ETE, estro temprano; ETA, estro tardío; DTE, diestro temprano; DTA, diestro tardío.



Gráfica 2. Intervalos de confianza a 95% para las medias (LS Means) del factor etapa del ciclo estral, donde se observa diferencia significativa del diestro temprano y tardío con respecto a las demás etapas. PTE: proestro temprano; PTA, proestro tardío; ETE, estro temprano; ETA, estro tardío; DTE, diestro temprano; DTA, diestro tardío.

Esta modulación se ha descrito en ratas ovariectomizadas¹¹ y está dada, por un lado, por el estradiol que produce inhibición de la actividad miométrica si el tratamiento continúa por varios días; si no es así, el estradiol tiene poco efecto inhibitorio. Por otro lado, la progesterona produce un efecto contrario al de la inhibición producida por el estradiol.

Estos mismos autores¹¹ reportan que, durante el ciclo estral, la frecuencia y la amplitud de la presión

intrauterina caen abruptamente durante el diestro y no se recobran los valores hasta el estro temprano. Esto podría sugerir que a corto plazo el estradiol es el mayor regulador de la actividad miometrial durante el ciclo, en este caso particular inhibiendo la actividad contráctil uterina, y que la progesterona interferiría con esta acción del estradiol e incrementaría la actividad uterina.

Sin embargo, hay trabajos ¹² en donde se registró la frecuencia de la actividad contráctil uterina durante el ciclo estral y se reportó que la actividad uterina fue alta en estro y diestro y baja en proestro. Estos resultados no concuerdan con los nuestros y podría ser debido a que estos autores ¹² colocaron globos intrauterinos, los cuales provocan estimulación debido a que actúan como cuerpo extraño y esto quizás provoque un incremento adicional de la actividad contráctil uterina; además, el método laparoscópico también provoca cambios en la presión de la cavidad abdominal ya que se insufla aire para distenderlo. En nuestro trabajo sólo se expuso el útero y se registro la actividad contráctil basal sin ninguna clase de estímulo adicional.

Por otro lado, se ha descrito que la contribución del estado hormonal a la modulación de la actividad contráctil uterina no es muy importante ¹³, ya que no se encuentran diferencias en las contracciones uterinas basales entre hembras en estro y hembras en diestro; sin embargo, estos autores ¹³, mencionan que el estatus endócrino de la rata hembra podría influir, si bien ligeramente, en otros parámetros asociados con la medición de la contractibilidad. Así, describen tan sólo diferencias aritméticas en la velocidad de contracción. Las hembras gonadalmente intactas receptivas tienen tan sólo una contracción más cada minuto que las hembras ovariectomizadas y tratadas hormonalmente. Si bien ambos grupos de ratas responden al apareamiento incrementando las contracciones uterinas, la velocidad basal de contracción es diferente ya que las hembras intactas mostraron más actividad uterina. Esto puede deberse a las altas dosis de estrógenos y progesterona aplicados a las hembras ovariectomizadas, en donde el estrógeno inhibe la contractibilidad uterina espontánea lo cual corrobora parte de lo que mencionan algunos autores en la acción de los estrógenos y la progesterona sobre la actividad uterina en la rata. ¹¹

Estudios en otras especies han descrito también importantes interacciones entre el ciclo estral y las contracciones uterinas. En la cerda, se encontró que la condición hormonal influye marcadamente sobre la actividad miometrial ¹⁴.

En la mujer también se ha postulado que la actividad contráctil uterina está bajo el control hormonal y que ésta tiene relación con el transporte espermático y la excreción del útero durante la menstruación. ^{9,8 15}. En este sentido, se evaluaron las tres fases del ciclo menstrual (fase folicular, periovulatoria y luteal) y mostraron que las contracciones hacia el fundus, en las fases folicular y periovulatoria se incrementan en frecuencia, amplitud y porcentaje. El patrón es contrario en la fase luteal. Esto indica que existe un patrón definido e identificable de contractibilidad miometrial que varía durante las fases del ciclo menstrual. ⁷

CONCLUSIÓN

No existen diferencias en el número de contracciones uterinas entre los cuernos uterinos izquierdo y derecho.

No se presenta lateralización de la actividad uterina como se menciona en otras especies.

En el animal anestesiado, la actividad contráctil uterina basal es diferente dependiendo de la fase del ciclo estral.

La actividad uterina contráctil basal es mayor durante el proestro tardío y el estro temprano.

Se considera que existe la posibilidad de que haya un mecanismo fisiológico integral en el que participa el sistema endocrino, el sistema nervioso periférico y autónomo, componentes conductuales y elementos que se encuentran en el eyaculado que modula la actividad contráctil del útero no gestante. En nuestro laboratorio se están realizando una serie de experimentos en donde se abordan estos factores con la finalidad de comprender el papel que juega cada uno de ellos en la regulación de la actividad contráctil del útero no gestante.

Estos resultados sugieren que el estado hormonal de la rata juega un papel importante en la regulación de la actividad contráctil uterina, como sucede en otras especies, y que posiblemente existen otros factores, como la estimulación sensorial y mecánica, que estarían interactuando con el estado endocrino para la regulación de

las contracciones uterinas. Este último punto requiere de un estudio más profundo.

Agradecimientos

Este trabajo fue apoyado con la beca 175039 de posgrado del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Agradezco el apoyo del Ing. Rubén García González en el análisis estadístico de los resultados.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bartol FF. Uterus, Nonhuman. In: Knobil E, Neill D, editors. *Encyclopedia of reproduction*. Academic Press; 1999. Vol. 4. pp. 950-60.
2. Jain V, Saade GR, Garfield RE. Uterine Contraction. In: Knobil E, Neill D, editors. *Encyclopedia of reproduction*. Academic Press; 1999. Vol.4. p 932-41.
3. Gordon MS, editor. *Fisiología Animal. Principios y Adaptaciones*. 2a impresión. Edit. Continental; 1982; pp 144-47.
4. Crane LH, Martin L. Postcopulatory myometrial activity in the rat as seen by video-laparoscopy. *Reprod Fertil Dev* 1991; 3 (6): 685-98.
5. Langendijk P, Bouwman EG, Soede NM, Taverne MAM, Kemp B. Myometrial activity around estrus in sows: spontaneous activity and effects of estrogens, cloprostenol, seminal plasma and clenbuterol. *Theriogenology* 2002; 57: 1563-77.
6. Willenburg KL, Miller GM, Rodríguez-Zas SL, Knox RV. Influence of hormone supplementation to extended semen on artificial insemination, uterine contractions, establishment of a sperm reservoir and fertility in swine. *J. Anim. Sci.* 2003; 81: 821-29.
7. Lyons EA, Taylor PJ, Zheng XH, Ballard G, Levi CS, Kredentser JV. Characterization of subendometrial myometrial contractions throughout the menstrual cycle in normal fertile women. *Fertil Steril*. 1991; 55: 771-4.
8. Bulletti C, de Ziegler D, Pollo V, Diotallevi L, Del Ferro E, Flamigni C. Uterine contractility during the menstrual cycle. *Hum. Reprod* 2000; 15-1: 81-9.
9. De Ziegler C, Bulletti C, Fanchin R, Epiney M, Brioschi PA, Contractility of the nonpregnant uterus. *Annals Online* 2001; 943: 172-84.
10. Hafez ESE; editor. *Reproduction and Breeding Techniques for Laboratory Animals*. Lea & Febiger – Philadelphia; 1970: pp 74-105
11. Downing SJ, Porter DG, Redstone CD. Myometrial activity in rats during the oestrous cycle and pseudopregnancy: interaction of oestradiol and progesterone. *J. Physiol* 1981; 317: 425-33.
12. Crane L.H, Martin L. In vivo myometrial activity in the rat during the oestrous cycle: studies with a novel technique of video laparoscopy. *Reprod Fertil Dev* 1991; 3 (2): 185-99.
13. Toner JP, Adler NT. Influence of mating and vaginocervical stimulation on rat uterine activity. *J Reprod Fertil* 1986; 78: 239-49.
14. Scheerboom JE, Van Adrichem PW, Taverne MA. Uterine motility of the sow during the oestrus cycle and early pregnancy. *Vet. Res. Commun* 1987; 11 (3): 253-69.
15. Oki T, Douchi T, Maruta K, Nakamura S, Nagata Y. Changes in endometrial wave-like movements in accordance with the phases of menstrual cycle. *J Obstet Gynaecol Res* 2002; 28 (3): 176-81.
16. Kunz G, Beil D, Deininger H, Wildt L, Leyendecker G, The dynamics of rapid sperm transport through the female genital tract: evidence from vaginal sonography of uterine peristalsis and hysterosalpingoscintigraphy. *Hum. Reprod* 1996; 11 (3): 627-32.
17. Kunz G, Beil D, Deininger H, Einspanier A, Mall G, Leyendecker G. The uterine peristaltic pump. Normal and impeded sperm transport within the female genital tract. *Adv Exp Med Biol* 1997; 424: 267-77.
18. Skidmore L. Cinética ovárica y control del ciclo ovárico en camélidos. 2000. *Recent Advances in Camelid Reproduction*, L. Skidmore and G.P. Adams (Eds.). Publisher: International Veterinary Information Service, Ithaca, New York, USA. The Camel Reproduction Centre, Dubai, United Arab Emirates. Traducido por: H. Pérez Esteban,

- Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Agraria de La Habana, La Habana, Cuba (2004).
19. Domínguez R, Morales L, Cruz M.E. "Ovarian Asymmetry", *Ann. Rev. Biol. Sci.*; 2003; 5:95-104.
 20. De la Rosa T.C, Mendoza M.C, González T.M. Determinación de la posición anátomo espacial del cuerpo lúteo en el ovario de vacas gestantes. *MVZ - Córdoba*; 2000; 5:(2), 41-42. Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Zootecnia.
 21. Zervomanolakis, I.H.W. Ott, D. Hadziomerovic, V. Mattle, B. E. Seeber, I. Virgolini, D. Heute, S. Kissler, G. Leyendecker and L. Wildt . 2007. Part I. Nonpregnant Uterine Peristalsis. Physiology of Upward Transport in the Human Female Genital Tract. *Reproductive Biomechanics*. Vol. 1101, pp: 1-20.
 22. Schmiedehausen, K; Kat, S; Albert, N; Platsch, G; Wildt, L; Kuwert, T. Determination of velocity of tubar transport with dynamic hysterosalpingoscintigraphy. *Nuclear Medicine Communications*. 2003; .24(8):865-870

Autor responsable:

Dr. Carrasco García Apolo Adolfo

Dirección: Circunvalación esquina Yáñez S/N, Veracruz, Ver. Méx.

Teléfono: +52 (229) 9342075

Correo electrónico: acarrasco@uv.mx