



# Privación del sueño y conducta sexual

En este texto se describen los cambios que la privación selectiva de sueño MOR provoca en el patrón copulatorio de ratas. Se muestran los resultados obtenidos al privar de sueño MOR, mediante la técnica de la isla, a ratas tratadas con diferentes esquemas hormonales y se analizan los efectos que esta privación causa sobre la acción de la progesterona, el estradiol y la testosterona como inductores de la conducta sexual masculina y femenina.

*En memoria de mi maestro Carlos Beyer, con mi eterno agradecimiento por su enorme influencia en mi formación como científico y persona.*

## Sueño

Desde tiempos ancestrales, el ser humano ha reconocido que el sueño es un estado particular en su existencia, al cual ha relacionado con propiedades casi mágicas. Se sabe que muchas civilizaciones asociaron al sueño con la capacidad de adivinar el futuro, como un mecanismo para acercarse a seres divinos o como un sistema de revelaciones. A pesar de las múltiples interpretaciones acerca del papel que tiene el sueño, a lo largo de los siglos surgió y se consolidó la observación de que éste tiene una función esencial: la de restaurar al organismo, acelerar el proceso de curación de múltiples enfermedades y, en ocasiones, hasta prevenir su aparición.

A pesar del gran interés que el sueño ha producido durante siglos, no fue sino hasta principios del siglo XX que se pudo estudiar la actividad eléctrica del cerebro gracias a la introducción del electroencefalograma. Así, se descubrió que, al dormir, los seres humanos presentan variaciones muy evidentes. En ese punto empezó realmente el estudio científico del sueño y la vigilia.





A lo largo de los años que siguieron se fueron afinando estas observaciones, y ya en el siglo XXI hay consenso acerca de que el sueño se divide en cuatro etapas: sueño ligero I, sueño ligero II, sueño de ondas lentas y una etapa de sueño de movimientos oculares rápidos (MOR). Cada una de estas etapas tiene características particulares, pero en este artículo solamente mencionaremos las del sueño MOR.

La existencia de la etapa de sueño MOR se reportó en 1957 y, desde entonces, ha sido motivo de gran interés para los investigadores. En esta etapa, la actividad eléctrica del cerebro es rápida y de bajo voltaje, muy similar a la que se presenta cuando un sujeto está despierto y concentrado, y por ello también se la ha llamado sueño paradójico. Otra peculiaridad distintiva es que se pierde el tono muscular, es decir, el sujeto no se puede mover. Se ha sugerido que esta falta de tono muscular ayuda a que el sujeto no pueda actuar sus sueños, dado que en esta etapa ocurren las ensoñaciones. Además, se presenta la característica que le da nombre a esta fase: movimientos oculares rápidos. También se acelera el metabolismo cerebral: se ha detectado un incremento en la síntesis de proteínas cerebrales que es dos veces mayor que la que ocurre en otras etapas del sueño y en la vigilia. Se ha sugerido que estos cambios de actividad cerebral son los responsables de la función restauradora del sueño.

Para estudiar esta etapa del sueño se aprovechó una de sus características: la pérdida de tono muscular. Así, se diseñó la técnica de la isla, que consiste en colocar a un animal sobre un pedestal de tamaño pequeño, de tal

forma que no se pueda acostar. Este pedestal se coloca en el centro de un contenedor lleno con agua. De esta manera, el sujeto al estar sentado puede alcanzar algunas etapas del sueño, pero al llegar al sueño MOR pierde el tono muscular, cae al agua y se despierta. Con esta técnica, el sujeto es selectivamente privado del sueño MOR. Éste es el principal instrumento para analizar las funciones de dicha etapa.

### ● Conducta sexual

El estudio de la regulación cerebral de la conducta sexual también ha sido motivo de interés. Sus mecanismos fisiológicos han sido estudiado en animales, dado que en la mayoría de las especies el patrón copulatorio no tiene variaciones. La rata ha sido la especie mejor estudiada, y de ese análisis se ha desprendido la mayoría de los conceptos básicos de la regulación neuroendocrina de la cópula.

Así, se ha llegado a conocer la influencia que las hormonas esteroides ejercen sobre la conducta, tanto masculina como femenina. Los estrógenos y la progesterona tienen un papel protagónico en la inducción de la conducta sexual femenina (véase el artículo de Óscar González Flores y colaboradores en el presente número) y, por otro lado, la testosterona es el principal agente para estimular la conducta sexual masculina (véase el artículo de Verónica Oropeza y Gabriela Morali en este número).

En una de las primeras líneas de investigación productivas que se establecieron en el área de neurociencias de la UAM-Iztapalapa, se analizó la relación del sueño con la regulación de la conducta sexual inducida por esteroides. Esta línea contó con la asesoría invaluable del Dr. Carlos Beyer quien, además de ser fundador de la UAM, era una autoridad internacional en el campo de la neuroendocrinología conductual.

Para analizar la influencia que el sueño podría tener sobre la conducta sexual, elegimos estudiar primero los efectos de la privación selectiva de sueño MOR sobre la inducción de la conducta sexual femenina por la combinación de estrógenos seguida por la administración de progesterona. Este esquema de tratamiento hormonal ha demostrado ser el más eficaz para inducir la conducta sexual femenina.



La cuantificación de la respuesta sexual en roedores implica detectar la presencia de patrones motores específicos. En el caso de las hembras, se observan conductas llamadas proceptivas, que son carreras cortas, saltos o movimientos rápidos de la cabeza que provocan que las orejas vibren. La receptividad se cuantifica por la presencia de la respuesta lordótica, es decir, una posición del cuerpo de la rata en donde hay un arqueamiento de la columna vertebral. La receptividad de las hembras se distingue con la presencia de este reflejo lordótico (véase el artículo de Óscar González Flores y colaboradores en este número). Qué tan receptiva está una hembra, se deduce del número de veces que responde con una lordosis ante la monta de un macho.

Por otro lado, la actividad de los machos presenta más componentes. La conducta de un macho en presencia de una hembra empieza por la exploración de los genitales. El paso siguiente es que el macho persigue a la hembra y la monta sin que haya penetración. En este caso, la desmonta es lenta. Esta persecución se repite y en el caso de que haya penetración, entonces la desmonta es rápida. Esto se denomina intromisión. Cuando la intromisión se ha repetido entre 10 y 15 veces, aparece otro tipo de monta que dura más y termina con un movimiento profundo seguido de una desmonta lenta. Este patrón coincide con la eyaculación. De tal manera, para valorar la conducta sexual masculina, contamos el número de montas, intromisiones y eyaculaciones, entre otros parámetros.

Una vez conocidos todos estos elementos, típicos de la conducta sexual en las ratas, analizamos la influencia de la privación selectiva de sueño MOR en estos animales bajo diferentes esquemas hormonales para la inducción de conducta sexual.

### Conducta sexual femenina y privación de sueño MOR

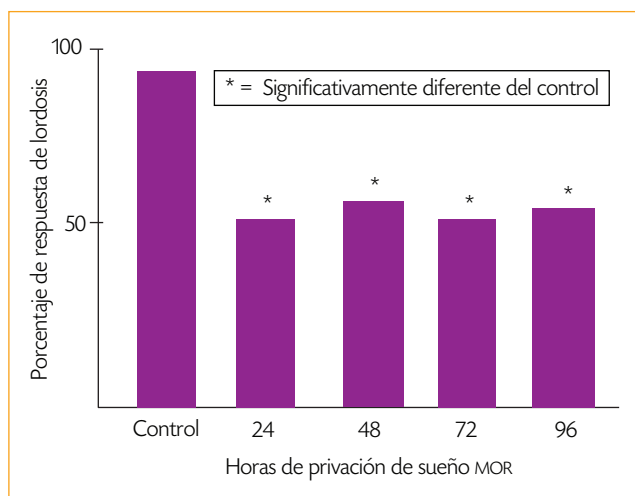
Como se mencionó, la conducta sexual femenina se refleja en el porcentaje de respuestas lordóticas que presenta una hembra al ser montada por un macho. Cuando a las hembras se les administra una dosis de estrógenos seguida de la administración de progesterona, se obtiene una respuesta cercana a 100 por ciento, cuatro horas después de administrar la progesterona.

Esta respuesta decae con el tiempo hasta desaparecer alrededor de las 72 horas.

En el primer experimento, las ratas hembras fueron tratadas con el esquema hormonal mencionado, al tiempo que eran sometidas a privación selectiva de sueño MOR mediante la técnica de la isla, que se explicó anteriormente. Se analizaron varios grupos con tiempos de privación que iban de 24 a 96 horas. El tratamiento hormonal se aplicó de tal manera que coincidiera con el tiempo final de privación y con el pico de máxima respuesta a las hormonas.

Como se puede ver en la Figura 1, el grupo control sin manipulación de sueño presentó la respuesta habitual a la administración de estrógenos más progesterona, es decir, cerca de 100 por ciento de respuestas lordóticas positivas. Por el contrario, se observó un efecto negativo sobre la lordosis desde las 24 horas de privación de sueño MOR que se mantuvo sin cambios hasta el grupo privado por 96 horas.

Se han propuesto varios mecanismos para explicar las acciones de los estrógenos y la progesterona sobre la conducta sexual. Uno de ellos señala que los estrógenos generan el ambiente proteico adecuado para que la progesterona ejerza su efecto. Los datos obtenidos en este primer experimento sugieren que la privación de sueño MOR interfiere con la generación de este ambiente proteico, por lo que la progesterona no actúa como se esperarí que lo hiciera.



**Figura 1.** Respuesta lordótica en ratas hembras tratadas con estrógenos más progesterona y sometidas a diferentes periodos de privación de sueño MOR.





En este experimento se observó que, a diferencia del grupo control, las hembras mostraban una respuesta disminuida. Tras esta observación, se analizó el efecto de la privación de sueño MOR sobre la inducción de la conducta sexual femenina con una dosis única de estrógenos aplicada al inicio de la privación.

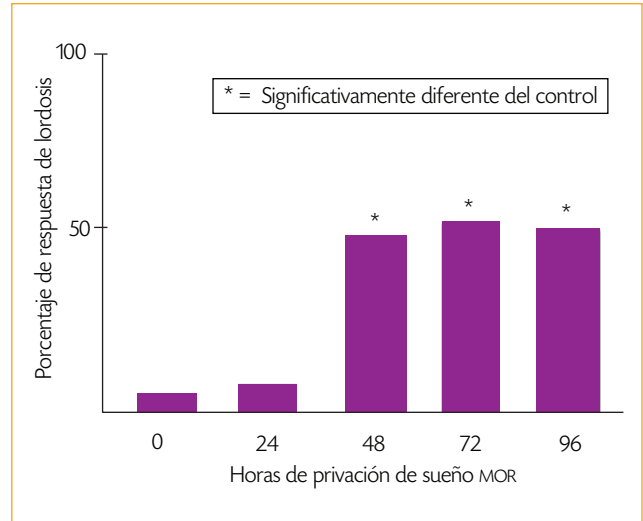
Los resultados pueden verse en la Figura 2. Un grupo de ratas hembras fue tratado con una sola dosis de estrógenos que fue administrada al inicio de la privación, en el tiempo 0. Las ratas fueron sometidas a privación selectiva de sueño MOR por 96 horas y diariamente fueron observadas en presencia de machos.

Los resultados muestran claramente que conforme aumenta el tiempo de privación, la expresión de lordosis va incrementando hasta alcanzar una meseta. Las diferencias con los resultados iniciales son significativas desde las 48 horas de privación.

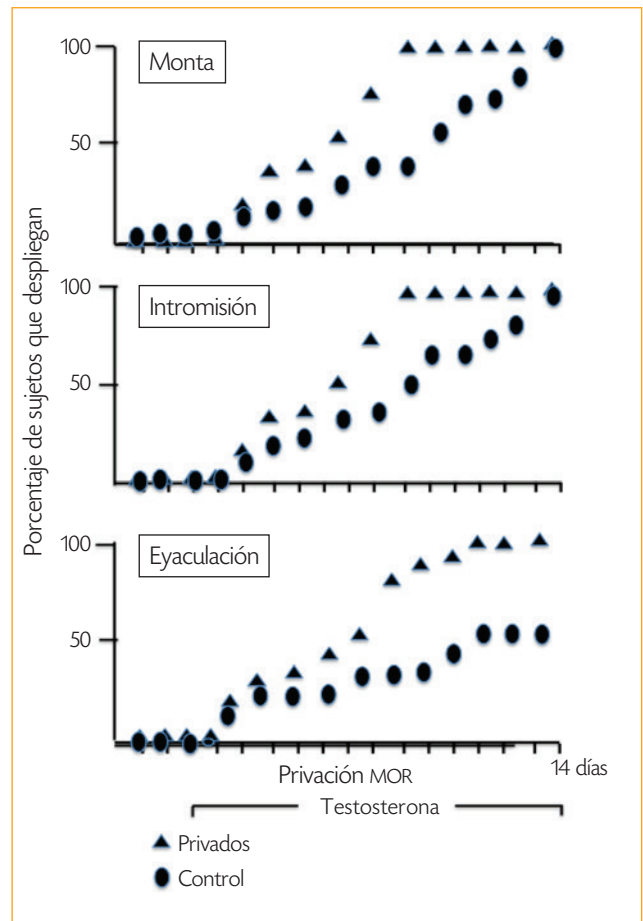
### Conducta sexual masculina y privación de sueño MOR

Con los datos iniciales que indican que la privación de sueño interfería con el efecto de la progesterona pero facilitaba el efecto de los estrógenos, iniciamos la exploración del efecto del sueño sobre la conducta sexual masculina. Para esto, utilizamos ratas macho con experiencia sexual, que fueron castradas. En las observaciones iniciales se verificó que los animales no presentaran conducta sexual masculina. Desde el primer día del experimento, las ratas recibieron diariamente terapia hormonal con 1 mg de testosterona durante 15 días. Los animales fueron divididos en un grupo que se sometió a privación de sueño MOR durante siete días y otro grupo control que durmió sin restricción. Para valorar su conducta sexual, los animales fueron observados diariamente en presencia de hembras receptoras.

Los resultados se esquematizan en la Figura 3. Como puede observarse, por efecto del tratamiento hormonal, los machos empiezan a desplegar los patrones de conducta sexual masculina. Sin embargo, se pueden observar claras diferencias entre los que fueron privados de sueño y los controles. Como se observa en los paneles superiores, 100 por ciento de los animales del grupo privado de sueño despliega los patrones de monta e intromisión, aproximadamente a la mitad del



**Figura 2.** Respuesta lordótica en ratas hembras tratadas con estrógenos en la hora 0 y observadas en diferentes periodos de privación de sueño MOR.



**Figura 3.** Recuperación de patrones de monta, intromisión y eyaculación en ratas macho castradas y sometidas a privación de sueño MOR más terapia con testosterona.



tratamiento. Mientras que el grupo control requiere completar los 14 días de tratamiento para alcanzar estos niveles.

Con respecto al patrón de eyaculación, encontramos que los animales privados de sueño alcanzan más de 90 por ciento en el despliegue de este patrón, y eso se observa desde la mitad del tratamiento; mientras que en el grupo control, apenas la mitad de los individuos supera el despliegue de este patrón, incluso después de recibir el tratamiento de 14 días.

Estos datos señalan claramente que, en el caso de la testosterona y la conducta sexual masculina, la privación de sueño actúa como un elemento facilitador del efecto hormonal.

## Conclusiones

En conclusión, todas las observaciones descritas nos llevaron a la idea de que la privación de sueño MOR no provocaba un efecto inhibitorio inespecífico que pudiera deberse a la fatiga o al estrés de la condición de privación. Por el contrario, los datos indican que la privación de sueño ejerce un efecto particular sobre los mecanismos de acción de las hormonas esteroideas: facilita el efecto de la testosterona y de los estrógenos e inhibe el efecto de la progesterona.

Después de varios años de investigación acerca de las funciones del sueño MOR, ahora es claro que se trata de una etapa imprescindible para el funcionamiento óptimo del organismo, que permite una mejor calidad de vida. Otros experimentos como los descritos subra-

yan la necesidad de tener diariamente un periodo de sueño adecuado y restaurador. La privación de sueño o, lo que es más común en sociedades urbanas modernas, la restricción de sueño, provocan alteraciones en el funcionamiento de diferentes sistemas y nos acercan a estados de enfermedad y de franco deterioro de la calidad de vida.

**Javier Velázquez Moctezuma** egresó de la Facultad de Medicina de la UNAM, estudió la maestría en Psicobiología en la UNAM y el doctorado en Biología de la Reproducción en la Universidad Autónoma de Tlaxcala. Fundó el Área de Neurociencias, la Clínica de Trastornos del Sueño y la FERIA de las Ciencias Biológicas en la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Fue rector de la Unidad Iztapalapa de la UAM de 2009 a 2013. Es profesor-investigador de la misma institución. Es miembro del SNI desde 1988 y nivel III desde 2005. Es miembro de la Academia Mexicana de Ciencias y Profesor Distinguido de la UAM. Hasta 2013 contaba con 1200 citas a los más de 70 trabajos publicados en revistas indizadas.

jvm@xanum.uam.mx

## Lecturas recomendadas

- Canchola, E., E. Monroy y J. Velázquez Moctezuma (1986), "REM sleep deprivation facilitates the estrogen effect on heterotypical sexual behavior in male rats", *Physiology & Behavior*, 37:33-37.
- Goldstein, A. N. y M. P. Walker (2014), "The role of sleep in emotional brain function", *Annual Review of Clinical Psychology*, 10:679-708.
- Terán Pérez, G., Y. Arana Lechuga, E. Esqueda León *et al.* (2012), "Steroid hormones and sleep regulation", *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*, 12:1040-1048.
- Van Cauter, E., K. Spiegel, E. Tasali y R. Leproult (2008), "Metabolic consequences of sleep and sleep loss", *Sleep Medicine*, 9 (Suppl. 1):S23-S28.
- Velázquez Moctezuma, J., E. Monroy, C. Beyer y E. Canchola (1984), "Effect of REM deprivation on the lordosis response induced by gonadal steroids in ovariectomized rats", *Physiology & Behavior*, 32:91-94.
- Velázquez-Moctezuma, J., E. Monroy y M. L. Cruz (1989), "Facilitation of the effect of testosterone on male sexual behavior in rats deprived of REM sleep", *Behavioral and Neural Biology*, 51:46-53.