

SUEÑO UNIHEMISFÉRICO EN DELFINES

Dr. Víctor Toledo (M.V.)
Andrés Ross B.

¿Sueño Unihemisférico?

Los animales se desenvuelven en 2 estados, vigilia y sueño (dormir). Una de las mayores actividades durante la vigilia es el poder procesar información sensorial y poder interactuar adaptativamente con el medio. Y la del dormir, si bien no está totalmente conocida aún, se relaciona con el refrescar (utilizar y mantener) ciertos circuitos neuronales, los cuales no son corrientemente utilizados durante el estado de vigilia. Sin embargo, la una ocurre inevitablemente a expensas de la otra.

Considerando la ubicuidad del dormir en el reino animal y las ya conocidas consecuencias fatales de su privación y dadas las características del delfín, que se desenvuelve en un medio acuático, que requiere salir a la superficie para respirar y a la vez monitorear su ambiente como cualquier otro mamífero lo haría, se nos viene a la mente, ya sobre estas pocas líneas, la pregunta de ¿cómo duermen estos mamíferos?.

La naturaleza nos vuelve a maravillarnos, mostrándonos como algunas especies de animales (aves y mamíferos) han soslayado este problema conjugando simultáneamente ambas actividades de la manera más simple posible: un hemisferio cerebral duerme, mientras el otro permanece en estado de vigilia; un particular estado conocido como Sueño Unihemisférico. Si bien éste es un proceso que está presente no sólo en los delfines, y que además posee otras aristas tales como las de las aves y su control facultativo del sueño unihemisférico, en este artículo revisaremos los aspectos fisiológicos, conductuales y neuroanatómicos más relevantes del Sueño Unihemisférico sólo en esta especie de cetáceos.



Dormir tal y como lo conocemos

Para poder comprender el proceso de sueño unihemisférico debemos inevitablemente revisar de forma breve el proceso de sueño y vigilia que caracteriza a los mamíferos, basándonos en aspectos conductuales y registros de actividad eléctrica en tejidos.

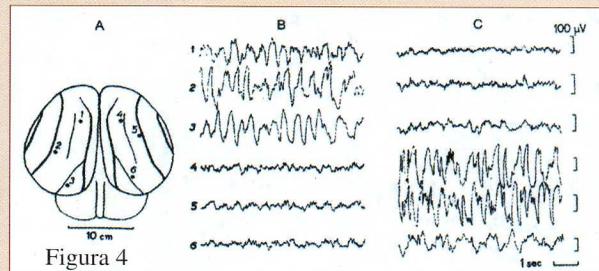
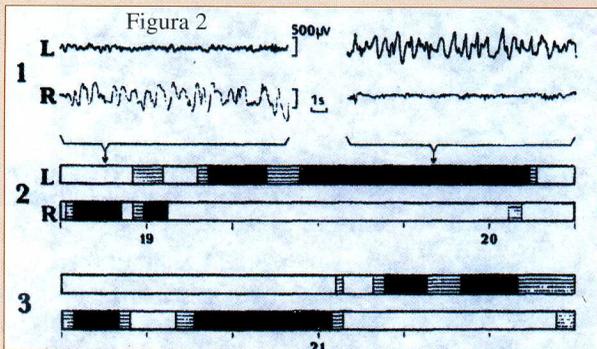
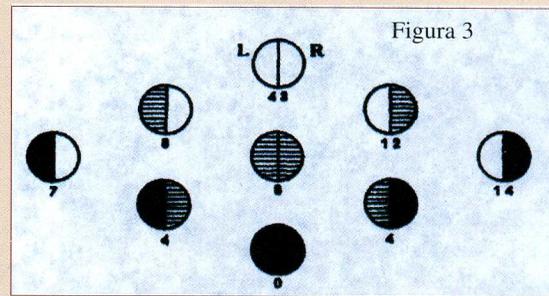
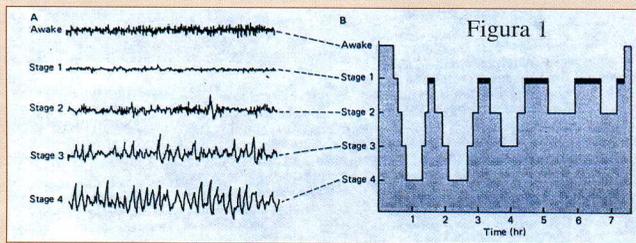
El estado de vigilia y el estado de dormir podemos distinguirlos fisiológica y conductualmente incluso cuando éstos se suceden en forma paulatina. En mamíferos y aves se reconocen 2 estados de sueño que se alternan cíclicamente y de manera simétrica (bihemisféricamente): sueño de onda lenta (SWS) o no-REM que consta de 4 fases, y el sueño paradójico, REM o Rapid-Eye-Movement (Fig 1.), ambos distinguibles entre ellos y la vigilia por cambios en los parámetros fisiológicos del individuo, así como también conductualmente. Durante la vigilia, la actividad electroencefalográfica (EEG) es de baja amplitud y alta frecuencia (desincronizada). En contraste, la actividad EEG del SWS es caracterizada por la progresiva sincronización (alta amplitud y baja frecuencia) (Fig. 1) de la actividad cerebral a lo largo de sus 4 fases constitutivas, aunque hoy sabemos que la

desincronización es sólo una sincronización a una más alta frecuencia. La actividad muscular revelada por el electromiograma (EMG) muestra una disminución del tono muscular en el SWS con respecto a la vigilia. Con respecto a la fase REM la actividad EEG es similar a la observada durante la vigilia (sueño “paradójico”) pero el EMG muestra una caída del tono muscular (incluso mayor a la del no-REM), junto a cambios conductuales tales como termorregulación suspendida y movimiento rápido de ojos. En esta fase, que se asocia al sueño visual, la actividad motora esta suspendida o bloqueada por el locus coeruleus lo que permite no actuar de forma motora nuestros sueños.

Sueño Unihemisférico

Aunque existen dos tipos de sueño, sólo se sabe de la ocurrencia unihemisférica de uno de ellos, el SWS (negro en Fig. 2 y 3), al que llamaremos USWS (Unihemispheric SWS), en el cual un hemisferio se encuentra con actividad sincronizada (SWS) mientras que el otro exhibe ondas desincronizadas (vigilia) (fig.4).

El proceso de pasar de una actividad desincronizada a una sincronización es paulatino y progresivo. Así, en los animales con USWS, se describen estados intermedios (achurado en la Fig. 2 y 3), en los cuales un hemisferio se presenta entre alerta y SWS, distintos grados dentro del mismo fenómeno finalmente. El hemisferio en estado intermedio puede suplir las demandas ecológicas de la vigilia y a la vez obtener los beneficios del sueño. La etapa REM no ha sido identificada en delfines pero sí en algunos cetáceos y, asombrosamente, no existe ningún ejemplar en la naturaleza que lo exhiba de manera unihemisférica.



En la década de los 70, investigadores de la URSS reconocieron por vez primera la asimetría interhemisférica durante el sueño en cetáceos como USWS. El estado de vigilia caracterizado por la desincronización de las ondas, el estado SWS de ondas sincronizadas y el estado intermedio, podrían presentarse junto a un estado de vigilia o intermedio en el hemisferio contralateral. Esto es, los estados intermedios y vigilia son bi o uni hemisféricos, pero el SWS solo ocurre unihemisféricamente (fig 2). En el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) y del Amazonas (*Inia geoffrensis*) la vigilia bihemisférica ocupa aproximadamente 60 % y 40% del tiempo respectivamente (fig3), correspondiendo el resto del tiempo a las distintas asimetrías interhemisféricas de SWS, considerando que el tiempo de simetría interhemisférica en etapa intermedia es mínima (fig 3).

En cetáceos, cada hemisferio es independiente del otro en lo que a sueño y su regulación se refiere. Y este fenómeno no sólo es característico de corteza sino también de estructuras subcorticales. Es así como mientras el USWS se desarrollaba en un hemisferio, esta actividad de baja frecuencia

también se detectaba en núcleos talámicos.

Comportamiento

En el delfín nariz de botella todas las formas de sueño ocurren más frecuentemente en la noche, en la segunda mitad del día y al atardecer. Los registros indican que en estos animales ambos hemisferios duermen igual cantidad de tiempo.

La presentación del USWS viene aparejada con una serie de comportamientos que le permiten al animal interactuar y vigilar su exterior. Una de estas presentaciones es el cierre unilateral del ojo y su relación con el estado hemisférico contralateral. Estos resultados han sido sorprendentes, ya que que el hemisferio contralateral al ojo abierto podía estar tanto despierto como dormido. Más aún, los estímulos lumínicos presentados al ojo abierto durante USWS despertaban al delfín aún cuando el hemisferio contralateral al ojo estimulado estaba dormido. Esto es sorprendente ya que la neuroanatomía y neurofisiología nos sugieren que el hemisferio contralateral al ojo abierto debería estar despierto. Y, como resultado de la

decusación completa de los nervios ópticos en delfines, sólo la corteza visual contralateral exhibe potenciales evocados en respuesta a estímulos en delfines en estado de vigilia bihemisférica.

Además el USWS es indistinguible conductualmente de la vigilia pasiva, ambos estados en los cuales el delfín no interactúa con su medio, nada o se desplaza en la superficie y respira (fig. 5), también se observó que nadan lentamente saliendo a respirar sin despertar el hemisferio en USWS (fig.6). Aunque observaciones posteriores reportaron que durante las fases de USWS se observaba descanso en el fondo del tanque junto con apertura uni o bilateral de los ojos (Fig. 7), periodos que eran interrumpidos por ascensos para respirar.

Función del USWS

El hecho que los delfines nadan durante los periodos de USWS sugiere que la función primaria de este estado es la de mantener la actividad motora que se requiere para poder ascender a la superficie y respirar. Aparentemente los movimientos y reflejos necesarios para la respiración son

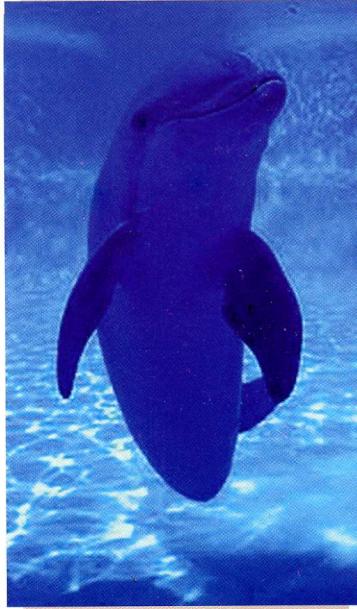
incompatibles con un SWS bihemisférico (BSWS). Investigadores sugieren que esto también podría explicar porque la ausencia o modificación de la fase REM en cetáceos, ya que en esta se produce una pérdida del tono muscular, lo podría interferir con los movimientos requeridos para ascender a la superficie y respirar. Finalmente el USWS permite que estos individuos puedan dormir, salir a la superficie a respirar y migrar simultáneamente.

El hecho que los delfines duerman con un ojo abierto sugiere que usan el USWS para monitorear su exterior. En las noches estos animales dejan de vocalizar y forman grupos de nado en los cuales los delfines dejaban abierto el ojo que se dirigía al centro del grupo, mientras el otro permanecía cerrado y si un individuo cambiaba de posición dentro del grupo, el estado del ojo también lo hacía consecuentemente. Esto sugiere que el cierre unilateral de los ojos les permite mantener contacto visual con su grupo y posiblemente monitorean el ambiente viendo pasar a sus compañeros de grupo.

Es conocida la existencia de delfines de río los que se desarrollan en aguas muy turbias y tiene mala visión y que presentan USWS, por lo cual y como se ha visto en otras especies, el USWS permitiría monitorear el ambiente principalmente por información visual, pero también por información del tipo táctil.

Regulación

La privación de sueño Unihemisférico en el delfín nariz de botella reveló que este fenómeno era regulado unihemisféricamente, es decir, solo el hemisferio privado de sueño (USWS) presentaba compensación, aumentando la frecuencia en sus intentos de dormir y aumentando el tiempo de SWS. Así, la necesidad de sueño se acumula independientemente en cada hemisferio y su compensación involucra coordinación recíproca ya



que casi nunca ambos hemisferios duermen simultáneamente, ni siquiera aun después de una privación bihemisférica.

En la mayoría de los mamíferos el cuerpo caloso es la ruta principal de conexión interhemisférica y comparativamente, los cetáceos poseen un cuerpo caloso inusualmente pequeño

(Fig. 8). Esta estructura es más bien relacionada con el grado de sincronización interhemisférica pero no contribuye a la génesis de BSWS. Consecuentemente las pequeñas conexiones interhemisféricas observadas en animales con USWS no parecen contribuir al USWS

Habiendo descartado las conexiones interhemisféricas, la independencia interhemisférica debe ser de estructuras subcorticales. La transección sagital baja del tronco encefálico en gatos produce un SWS asincrónico en cada hemisferio, sugiriendo que el USWS pudiera nacer de la separación o desacoplamiento de las regiones participantes en el sueño presentes en el tronco encefálico caudal. Mukhametov sugiere así que el sueño Unihemisférico en delfines nace de la independencia funcional e interrelaciones recíprocas entre algunos de los sistemas sincronizantes y desincronizantes del tronco encefálico caudal. Aunque hasta hoy en día la fisiología y estructuras responsables del USWS permanecen mayoritariamente desconocidas.

Para poder aproximarnos a identificar las estructuras neuroanatómicas que participan en la coordinación del USWS podemos comparar encéfalos de animales que presenten USWS con aquellos que no. Un hallazgo importante es el que se refiere al grado de desarrollo de la comisura posterior, muchísimo más desarrollada en animales que presentan USWS y en la cual se observó una mayor decusación de las fibras del locus coeruleus (LC), importante echa, ya que sabemos que las neuronas noradrenergicas de esta estructura están involucradas en la mantención de la vigilia y la reducción de su descarga juega un papel en el episodio de SWS. Es importante también destacar que en el LC mismo (de delfín) ningún patrón de distribución celular o división celular indican especialización de esta estructura, mostrándonos que esta permanece más bien conservada, presentando diferencias en su grado de decuce en delfines.

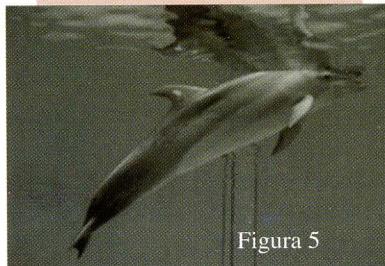


Figura 5



Figura 6

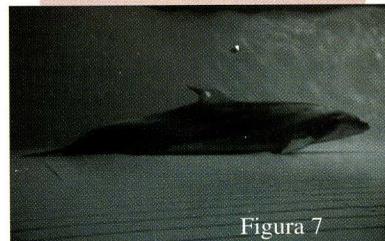
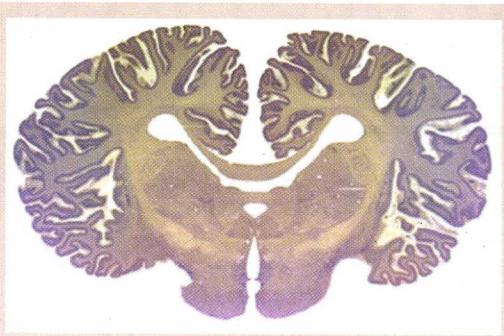
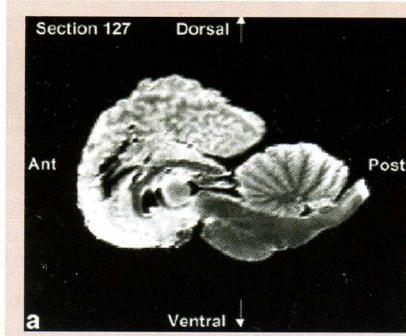


Figura 7

¿REM Unihemisférico?

Si en mamíferos las fases del sueño corresponden a SWS y REM, y solo se conoce la existencia unihemisférica de solo uno de ellos, el SWS, la pregunta de porque el sueño REM no ocurre unihemisféricamente mientras el otro hemisferio permanece o en vigilia o en USWS, nos viene a la mente.

Una hipótesis es la de que al desarrollar un estado de REM Unihemisférico junto con un estado de vigilia en el otro hemisferio, el individuo tendría problemas para discriminar entre lo que ocurre verdaderamente en su entorno y lo que correspondería al proceso visual onírico. Esto apoyado por el echo de que al seccionar las comisuras intehemisféricas y del tronco encefálico en gatos estos presenta-



ron simultáneamente fase REM y SWS en los hemisferios, pero jamas REM y vigilia simultáneamente. A esto sumemos que la pérdida del tono muscular de la fase REM sería contrarrestar los potenciales efectos benéficos de un REM Unihemisférico además de ser esta fase incompatible con la detección de un depredador. Como resultado de esto, estos animales pueden haber desarrollado otras formas de compensar esta situación.

Dr. Victor Toledo (M.V.)
 Andrés Ross B. (Alumno)
 Unidad de Anatomía
 Departamento de Ciencias
 Biológicas y Animales
 Facultad de Ciencias
 Veterinarias y Pecuarias
 Universidad de Chile

 Nestlé PURINA

PURINA LIFE PLAN PUEDE AYUDAR A EXTENDER LOS MEJORES AÑOS DE SU PERRO EN UN 15%

PURINA LIFE PLAN es un programa de alimentación que puede revolucionar la salud y longevidad de los perros.

Está basado en un estudio de investigación de Purina de 14 años sobre restricción de alimentación que no tiene precedentes. Se ha demostrado que alimentando a su perro durante su vida según la condición corporal ideal, puede ayudar a extender sus años saludables en un 15%.

Consulte a su veterinario sobre la alimentación de su perro según el Sistema de Condición Corporal de Purina.

