

EL SUEÑO A GRANDES ALTURAS

Dres. Barragán M., Gabersek, V. y Slei, D.

Departamento de neurofisiología

Instituto Boliviano de Biología de Altura.

Laboratoire de Recherches Neurophysiologiques de la Association Claude-Bernard et de L'I.N.S.E.R.M.

INTRODUCCION

El estudio de los ritmos circadianos en las grandes alturas plantea nuevos e interesantes interrogantes que deben ser resueltos. Se ha sugerido, por ejemplo, que la poliglobulia, así como el déficit respiratorio, constituyen factores determinantes en la aparición del síndrome de Pickwick. Según este razonamiento, las grandes poliglobulias sumadas a los déficits respiratorios que observamos en nuestro medio y determinados por la vida a grandes alturas, deberían causar buen número de síndromes pickwickianos o de respiración periódica lo que no es el caso ya que estos síndromes son raros en nuestro medio, incluso dentro del grupo de grandes poliglobúlicos descompensados.

En cuanto a alteraciones del sueño se refiere, podríamos suponer la existencia:

- 1.- Alteraciones del sueño en el curso de la adaptación a la altura. Generalmente referidas por personas llegadas bruscamente a grandes alturas que pueden presentar disturbios del sueño puros o acompañados de síntomas de una encefalopatía más o menos severa. Deben diferenciarse aquí las alteraciones ocasionadas por el cambio de latitud.
- 2.- Alteraciones del sueño en personas que descienden de grandes alturas al nivel del mar (sin cambio de latitud).
- 3.- Alteraciones del sueño de los grandes poliglobúlicos. El poliglobúlico duerme aparentemente bien en la noche pero presenta hipersomnia diurna, ligada por lo general a otras alteraciones de la es-

fera volitiva dentro del marco de la encefalopatía crónica de altura (enfermedad de Monge).

Otras variables rítmicas circadianas deben ser estudiadas en relación tanto al nivel diurno de vigilancia como a valores tales como la presión arterial, variaciones endocrinológicas etc.

El presente estudio representa una parte de este contexto relacionada con el estudio de los patrones normales de sueño del habitante de grandes alturas. Este informe preliminar será completado posteriormente con la publicación de los resultados globales.

TECNICA Y METODO.

El registro poligráfico comporta: un electroencefalograma (EEG) de la región del vertex con su integración, un EEG de las regiones frontocentrales y occipitales derecha e izquierda (la referencia común en la región mastoidea derecha e izquierda), un electro-oculograma (EOG) binocular horizontal y vertical obtenido a partir de cuatro electrodos colocados en los ángulos de un rectángulo que encuadra los dos ojos y conectados a un sistema potenciométrico; un EOG monocular destinado a estudiar la sinergia ocular (Gabersek, 1962); un electrocardiograma (EKG) en segunda derivación recogido de los dos antebrazos; un registro del ritmo respiratorio efectuado a partir de una banda taráxica; un electromiograma (EMG) del mentón y un actograma obtenido a través de un sistema piezoeléctrico que pone en

1979

IRBA

evidencia de una parte los movimientos corporales, y en su ausencia, el balistocardiograma.

POBLACION EXAMINADA.

El estudio comporta una primera parte realizada en la ciudad de La Paz (Bolivia) a 3.600 m. de altitud sobre el nivel del mar en el curso del año 1976. Se obtuvieron 26 registros de sueño de noche en niños y adultos normales con edades comprendidas entre 6 y 48 años. Todos los sujetos eran nativos de la altura con valores de hematocrito que fluctuaban entre 45 y 60% (media de 55%). La segunda fase del estudio se efectuó en la localidad minera de Chorolque situada aproximadamente a 600 Kms. al sur de La Paz y a una altitud de 4.750 a 5.300 mts. Se obtuvieron 38 trazados de sueño de noche en niños nacidos a esa altura y en adultos que residían por lo menos 5 años en la localidad. Los valores medios de hematocritos para el presente grupo se encontraban entre 49.77 y 61.92% llegando a límites extremos del 80% en algunos casos.

RESULTADOS.

- 1.- El EEG del sueño tomado en el residente de grandes alturas es muy semejante al de los sujetos que viven a baja altura. Pueden encontrarse los mismos ciclos de sueño en el curso de la noche tanto en el niño como en el adulto. Se puede determinar en el niño un término de 5 a 6 ciclos de sueño que se suceden en el curso de la noche. En general, la duración de cada ciclo tiene un promedio de 1 h. 15min. y permanece bastante constante para cada niño. Cada ciclo se encuentra separado del siguiente por un período de fase paradójal (REM). En cuanto al EEG del adulto, aunque la sucesión de los ciclos parece menos evidente, se pueden enumerar por lo menos tres. Cada ciclo se compone de los estadios de sueño descritos por Dement y Kleitman (1957) sobretodo en lo que concierne a los estadios II, III, IV y REM. La cuantificación del EEG del vertex, del mismo modo que en el sujeto a baja altura (Gabersek y col 1965), nos permite discernir una fase ascendente progresiva gracias al aumento de la amplitud a partir del es-

tadio II y una fase descendente más rápida a partir del estadio IV.

Esta fase descendente desemboca habitualmente en un período de REM. En el niño, los valores integrados para cada ciclo parecen disminuir regularmente en el curso de la noche mientras que en el adulto no pueden sacarse reglas concluyentes. Además los valores integrados de los estadios III y IV son netamente menos elevados que los obtenidos en el adulto de baja altura lo que significa que la amplitud de las ondas lentas es menor. La duración de estos estadios y sobretodo del estadio IV no sobrepasó jamás el cuarto de hora. De todos modos, en un mismo ciclo, es posible observar una alternancia de varios estadios III y de estadios II. La frecuencia y la duración más importante caracteriza el estadio II, luego, de forma menos evidente, el estadio III, sobretodo en la segunda mitad de la noche.

Generalmente, el comienzo de un nuevo ciclo de sueño se encuentra marcado por el fin de una fase de REM. Esta última se encuentra frecuentemente precedida por esbozos de fase paradójal que no presentan necesariamente movimientos oculares rápidos sino solamente movimientos oculares lentos. Este tipo de estadio es difícilmente diferenciable de los estadios Ib del adormecimiento y la duración media de estos esbozos, que pueden alcanzar un número de 5 o 4, se encuentra entre los 20 seg. a los 2 minutos. Esto hace su identificación sumamente difícil. Se las encuentra en alternancia con los estadios II y Ib.

En fin, el estadio I de Dement y Kleitman puede ser dividido a su vez en 3 estadios. El estadio Ia, correspondiente al estadio A de Loomis, se distingue por la fragmentación del ritmo alfa. Su duración es bastante breve y sobre viene al comienzo del sueño en alternación con el estadio Ib el cual corresponde al estadio B de Loomis. Este último no comporta ritmo alfa sino un ritmo beta acompañado de alguna sobrecarga de ondas lentas. Si bien en el EEG estos dos estadios es bastante específica, el examen de los movimientos oculares aporta algunas precisiones suplementarias. Si en el adormecimiento la duración del estadio Ib permanece bas-

tante breve en general, una secuencia de este mismo estadio puede alcanzar en el curso de la noche, más de una media hora. Por otra parte, este estadio puede manifestarse en poligrafía en diferentes formas: la amplitud del EEG varía según el estadio que lo precede así, la amplitud de un estadio Ib que sucede a un estadio III o IV será mucho más importante que si ese mismo estadio sucede a una fase paradójal o a un estadio II, un estadio Ib de adormecimiento incluirá numerosas puntas-vertex que, por otra parte, pueden no verse en el resto de la noche, los movimientos oculares lentos pueden o no acompañar este estadio. Se encuentran todas estas estructuras del estadio Ib en alternancia sea con el estadio II o con el REM.

El estadio Ic se compone de ritmo beta bastante rápido y muy amplio. Se notan complejos k y husos de gran amplitud. Este estadio sobreviene sobre todo en el curso del primer ciclo de la noche y alterna con el estadio III. En los otros ciclos del sueño este estadio Ic alterna con el estadio II que parece suplantarle. Este estadio Ic parece propio del niño pero no se lo encuentra necesariamente en todos los niños. En los 12 registros de niños residentes de grandes alturas, 4 no presentaban este estadio.

Si en el conjunto no pudo evidenciarse ninguna particularidad específica en el plano del EEG, se debe sin embargo señalar la presencia de ondas de 8 ciclos por segundo que se presentan durante 1 a 2 segundos durante los estadios II y III. Estas ondas se repiten a intervalos de 10 a 20 segundos e incluso de 1 minuto, son seguidas siempre de un movimiento corporal que va a modificar el estadio de sueño en curso (fig. 1).

2.- MOVIMIENTOS OCULARES

Del mismo modo que los que se obtienen a nivel del mar, los movimientos oculares de los residentes de grandes alturas siguen los estadios del sueño; así en el adormecimiento, se pueden distinguir 4 fases de movimientos oculares con los ojos cerrados: el estadio I o sea la vigilia con tremulación de los párpados y movimientos oculares rápidos (fase 1); el estadio Ia acompañado de una

lentificación de estos mismos movimientos así como de un comienzo de asinergia y de un predominio de los movimientos oculares efectuados en un plano vertical (fase II); la parte inicial del estadio Ib está marcada por movimientos oculares muy lentos de morfología oblicua y rotatoria y muy asinérgicos (fase III); en el curso del estadio Ib confirmado, se registra la fase IV de los movimientos oculares del adormecimiento la cual comprende exclusivamente movimientos oculares horizontales muy lentos y asinérgicos. Como precisamos, en el curso de la noche los movimientos oculares pueden estar ausentes en el curso de este estadio.

El estadio II, en principio, no manifiesta ningún movimiento ocular espontáneo aislado si no es del tipo de sincinesias oculomímicas o incluso un movimiento ocular rápido consecutivo a un ruido. Los movimientos oculares intervienen en el curso de los estadios III y IV, son muy lentos, asinérgicos y sin dirección privilegiada. Los movimientos oculares que caracterizan la fase paradójal se manifiestan bajo la forma de bouffées de sacudidas y seguidas de movimientos oculares muy lentos. La amplitud puede variar de 1 a 35 grados pero la media oscila en los alrededores de 10 grados. Todas las direcciones son posibles, incluso la rotatoria. Sin embargo, un predominio de los movimientos oculares horizontales indica una fase paradójal de corta duración mientras que un predominio de los movimientos oculares verticales proporciona el índice de una fase paradójal de larga duración.

3.- EL RITMO CARDIACO

El estudio del ritmo cardiaco nos ha llevado a establecer, en nuestra muestra de sujetos residentes de grandes alturas (5000 m.) dos grupos distintos: el uno se caracteriza por una frecuencia cardíaca de reposo elevada (90 a 130/min), el otro que tiene en reposo ritmo cardíaco relativamente lento (60 min.).

A pesar de esta diferencia de frecuencia cardíaca en reposo, todos los sujetos que desarrollan un buen sueño, sufren una aceleración del ritmo cardíaco de base antes del paso a los estadios III y IV. El fenómeno inverso aparece en el sueño a baja altura el cual implica en el niño como en el adulto una lentificación del ritmo cardíaco antes del paso al estadio III y IV (fig. 2).

Además, en los residentes de gran altura las aceleraciones del ritmo cardíaco importantes y espontáneas aparecen en ausencia de todo movimiento corporal y fuera de las fases de REM. En lo que toca a los movimientos corporales, suscitan aceleraciones del ritmo cardíaco más elevadas que en baja altura, yendo incluso a doblar el ritmo de base.

4.- LA RESPIRACION Y EL ACTOGRAMA

El actograma nos ha permitido registrar por una parte los movimientos corporales y de otra, en ausencia de estos últimos, el balistocardiograma. En lo que concierne a los movimientos corporales en el curso de la noche, número y su forma de aparición se aproximan a los que se ven en baja altura. Si hemos incluido el estudio del actograma en el párrafo de la respiración es porque el balistocardiograma puede contribuir a la puesta en evidencia del ritmo y de las pausas respiratorias. En efecto, después del movimiento de inspiración, las ondas KLM del balistograma se inscriben más netamente mientras que después del movimiento de espiración son de menor amplitud. Así, el balistograma sufre incesantemente variaciones de amplitud de una pulsación cardíaca a la otra mientras que permanece estacionario durante las pausas respiratorias. Solo los residentes de gran altura con una frecuencia cardíaca de reposo relativamente lenta (60/m) presentaron pausas respiratorias de 7 a 10 seg. en el curso de los estadios I y II. En los sujetos cuya frecuencia cardíaca de reposo se aproximaba de 90 a 100/min. se pudo observar durante esos mismos estadios y con duraciones idénticas una disminución de amplitud del elemento gráfico respiratorio. En fin, en los casos de una frecuencia cardíaca de reposo muy elevada (110 a 140/min.) no pudo encontrarse ninguna pausa respiratoria (fig. 3).

Otro tipo de modificación respiratoria puede señalarse en el curso de ciertas fases paradójales en todos los sujetos. Se trata de una disminución pronunciada de la amplitud del elemento gráfico respiratorio que aparece simultáneamente con los bouffés de movimientos oculares sacádicos y cesan con ellos (fig. 4).

Todas las fases paradójales infligen al balistograma perturbaciones importantes del

ritmo que provocan la imposibilidad de discernir las diferentes ondas.

DISCUSION

Para reunir las constataciones obtenidas en el sueño a grandes alturas de sujetos aclimatados, se puede admitir en primera aproximación que las funciones hipóncicas se hacen de manera relativamente satisfactoria. Se encuentran en efecto los diversos estadios del sueño clásicamente descritos. Como a baja altura, los ciclos del sueño se suceden correctamente tanto para el adulto como para el niño. Las modalidades de aparición de los movimientos oculares en función de los estadios del sueño sobrevienen normalmente. El número de movimientos corporales parece similar al que se encuentra en el sujeto normal que se beneficia de un buen sueño.

Sin embargo, varias particularidades han sido puestas en evidencia en el sueño de grandes alturas. Así, contrariamente a los resultados de los sujetos trasplantados a la altitud, como fueron reportados por Reite y Col (1975), el número de despertares de los residentes en altura no parece más elevado que el de los sujetos que viven a baja altura. Además, a pesar de la poliglobulia importante que caracteriza a todos nuestros sujetos, no se ha podido encontrar respiración periódica del tipo Pickwikiano. No hemos podido notar aceleración cardíaca antes ni después de las pausas respiratorias bastante frecuentes en los sujetos que presentan un ritmo cardíaco de reposo muy bajo. Sólo un aplanamiento relativo del EEG es a veces visible. Es interesante precisar que las pausas respiratorias no existen en los sujetos a ritmo cardíaco de reposo muy elevado incluso si ellos no provocan modificaciones neurovegetativas evidentes. Este proceso pertenecería a los mecanismos de defensa que llevan al sujeto hacia el despertar.

La brevedad de la duración (menos de 1/4 de hora) y la poca amplitud de los datos de integración en cada estadio III y IV incluso si el estadio III tiene tendencia a repetirse, pertenecerían a estos mismos mecanismos?. Se podría hablar de una "onda de despertar" cuando nos encontramos frente a bouffés iterativos de 8 c/s/ que llevan obligatoriamente al sujeto hacia un aligeramiento del sueño por intermedio de un movimiento corporal?. Estas ondas amplias de 9

c/s se encuentran en los trazados de sujetos que viven a baja altura pero ellos no provocan cambio del estado en curso. En cuanto a los aplanamientos del elemento gráfico respiratorio se manifiestan espontáneamente en el sujeto a frecuencia cardiaca de reposo bastante elevada (100 c/s), podrían estar aparentadas a los señalados durante las fases de Rem ya que provocan movimientos oculares lentos. Se trataría tal vez de un fenómeno de transferencia de una respiración torácica hacia una respiración abdominal y estará ligada a un fenómeno sensorial o metabólico.

Sin embargo, el hecho más sorprendente durante el sueño a gran altura concierne a ritmo cardiaco. En los sujetos transplantados a gran altura Reite y Col (1975) han encontrado una aceleración cardiaca en el curso del sueño sin precisión relativa a los estadios

Nuestra muestra siendo diferente, pesa todas las gamas de ritmo cardiaco como en los sujetos a baja altura. Pero este ritmo cardiaco en lugar de lentificarse tiende al contrario a acelerarse de manera importante únicamente con la profundización del sueño a ondas lentas. El fenómeno es particularmente sorprendente si se considera que en numerosos sujetos esta aceleración se sobrepone a un ritmo elevado. La explicación de

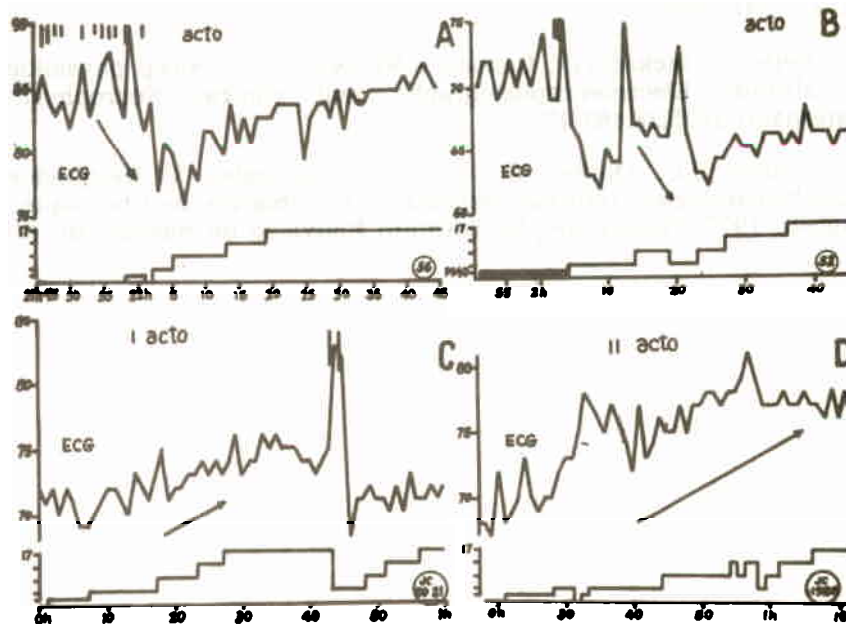
esta constatación debe encontrarse indudablemente en un fenómeno anóxico (o hipercápico) que se acentúa durante el sueño. La misma explicación podría prevalecer para la aceleración cardiaca tan pronunciada señalada en el curso de los movimientos corporales que sobrevienen durante el sueño.

En fin, el balistocardiograma como lo hemos ya precisado, puede servir para diferenciar las pausas respiratorias de eventuales artefactos y a limitarlos bien en el tiempo. Sin embargo, puede igualmente proporcionar precisiones concernientes a la presencia de movimientos oculares, la amplitud de la respiración incluso la presencia de mioclonías segmentarias muy débiles.

En conclusión, el sueño está algo perturbado en personas bien aclimatadas.

En consecuencia, puede suponerse que la alteración es todavía más pronunciada en aquellas que son transplantadas de baja altura a gran altura incluso si esta no alcanza a nivel de 4.000 a 5.000 metros exploradas por nuestras investigaciones.

Sería también interesante de continuar esta investigación y de estudiar simultáneamente el nivel de vigilancia durante el día, así como las modificaciones del sueño en las personas aclimatadas a la altura que descienden a niveles inferiores,



BIBLIOGRAPHIE

Dement W., Kleitman N. - Cyclic variations in the EEG during sleep and their relation to eye movements, body motility and dreaming. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 1957,9.4.673-690.

Gabersek V. - L'utilisation de l'électrooculographie en ophtalmologie. *Ann. Oculist. (Paris)*, 1962,195,4,298-335.

Gabersek V., Scherrer J. - Quantification de l' EEG et de l'actogramme sur cours du sommeil. In: le sommeil de nuit normal et pathologique, p. 184-191, 1965, Masson et Cie Edit. Paris. 391 pages.

Loomis A.L., Hervey E. N., Hobart H. - Distinction of disturbance patterns in the human EEG special reference to sleep. *J. Neurophysiol.*, 1968, 1, 4, 413-430.

Reite N., Jackson D., Cahoon R.Rl. Weil J.V. - Sleep physiology at high altitude *Electroencephalography and clinical Neurophysiology (Amsterdam)* 1975,38,463-471.

Quillici, J.C., Quillici, S. - Castro, I., Gonzales, V. Resultados del estudio hematologico. Informe encuesta en la población de Chorolque. Mayo Agosto 1977. Publicación del Instituto Boliviano de Biología de Altura.