

Respuesta electroencefalográfica en la altitud en el curso de la hiperventilación voluntaria

Drs. JEAN COUDERT y MARIO BARRAGAN V.

Se sabe que la hiperventilación voluntaria (H.V.) produce una caída de la presión parcial del CO₂ (PaCO₂) y una alcalosis gaseosa que se expresa por una elevación del pH sanguíneo que se acompaña en ciertos casos de modificaciones del trazado electroencefalográfico con aparición de ondas lentas tipo delta, respuesta que se conoce con el nombre de "hipersincronía delta" o "inestabilidad a la H. V."

A nivel del mar una respuesta de este tipo se observa normalmente en particular en el niño en el cual es más marcada cuanto menor es su edad. Brill y Seidemann (1941) (1), la encuentran en un 40% de niños normales entre los 4 y los 6 años pero solo en un 9% entre los 10 y los 13 años, decreciendo esta incidencia aún más en los adultos.

Si tenemos en cuenta las modificaciones de las presiones parciales de los gases de la sangre (disminución de la PaCO₂ y PaO₂) y del pH sanguíneo durante la vida en la altitud de los individuos ya sea en reposo o en el curso del ejercicio muscular, nos ha parecido interesante estudiar el comportamiento del electroencefalograma (E.E.G.) en las condiciones extremas de la H. V. forzada.

METODOLOGIA

Se estudiaron dos grupos de individuos: un grupo de personas llegadas del nivel del mar a la ciudad de La Paz (3.700 mts. sobre el nivel del mar) (GRUPO I) y un grupo de sujetos nativos nacido y habitando una altitud igual o superior a 3.7000 mts. (GRUPO II).

El grupo I está constituido de 10 personas con una edad comprendida entre los 23 y los 39 años (promedio 27.5), todas

del sexo masculino con excepción de una mujer y con una edad en La Paz variable entre 4 días y 12 meses. El grupo II está constituido por 7 sujetos, todos del sexo masculino y con una edad comprendida entre los 18 y los 41 años (promedio 25).

Todos los sujetos estudiados son sanos y no presentan antecedentes de enfermedad cerebral alguna.

Se utilizó un electroencefalógrafo Alvar Reega VIII con 19 electrodos colocados según el sistema 10-20 en derivaciones bipolares; los registros fueron tomados después de una comida. En todos se tomó un trazado de reposo y luego fueron sometidos a una hiperventilación voluntaria durante 5 a 7 minutos al mismo tiempo que se tomaban una o varias muestras de sangre arterial por punción percutánea de la arteria braquial determinándose inmediatamente la PaCO₂, la PaO₂ y pH mediante un equipo IL Meter Modelo 127 S1.

Los registros fueron analizados visualmente tanto en lo que se refiere a las variaciones del ritmo alfa como a la aparición de ondas lentas. El ritmo alfa se estudió contando las ondas de más de 5 μ V en la región parieto-occipital durante 50 segundos antes y después de la H. V. Las ondas lentas fueron tomadas en cuenta según su frecuencia, tiempo de aparición y topografía.

RESULTADOS

Ritmo alfa: El ritmo alfa sufrió pocas modificaciones después de la H. V., su frecuencia se mantuvo en general en el mismo nivel en ambos grupos aunque con alguna tendencia a aumentar ligeramente; el voltaje se mantuvo asimismo invariable.

Ondas lentas: La respuesta a la H. V. del primer grupo mostró, como puede verse en el cuadro I, una gran tendencia a la producción de ondas lentas de tipo sinusoidal de localización frontal o generalizadas a partir del segundo al tercer minuto de H. V. El 80% de los sujetos desarrolló este tipo de reacción. (Figuras 1 y 2).

En el grupo II no se observó por el contrario ninguna respuesta de tipo lento manteniéndose el trazado con su ritmo alfa primitivo con solo algunas ondas teta esporádicas o frontales.

CUADRO I

Nº	SEXO	EDAD (años)	U _G (mm)	P ₀ (mmHg)	P ₁ (mmHg)	RESPUESTA EEG	TIEMPO DE latencia (min)	TIEMPO DE Estado en La 50
1	M	27	80	12,5	7,65	Delta Frontal	3	6 M
2	M	23	77	11	7,72	" "	2	15 Dias
3	M	26	80	14,5	7,65	" "	3	6 Meses
4	M	27	88	13,2	7,72	Delta Generalizado	2	4 Meses
5	M	33	75	10,7	7,75	Delta Frontal	3	12 Meses
6	M	28	75	15	7,62	" "	3	10 Dias
7	M	24	84	16	7,63	" "	0	5 Meses
8	M	26	66	14	7,61	" "	0	11 Dias
9	F	27	65	13	7,70	Delta Generalizado	3	4 Dias
10	M	34	-	-	-	Delta Frontal	2	10 Meses
		275	76,66	13,2	7,675	8 Respuestas	2,625	
± 4 s			± 2,53	± 1,75	± 0,01			

± 4 desviación estándar

Figura nº 1

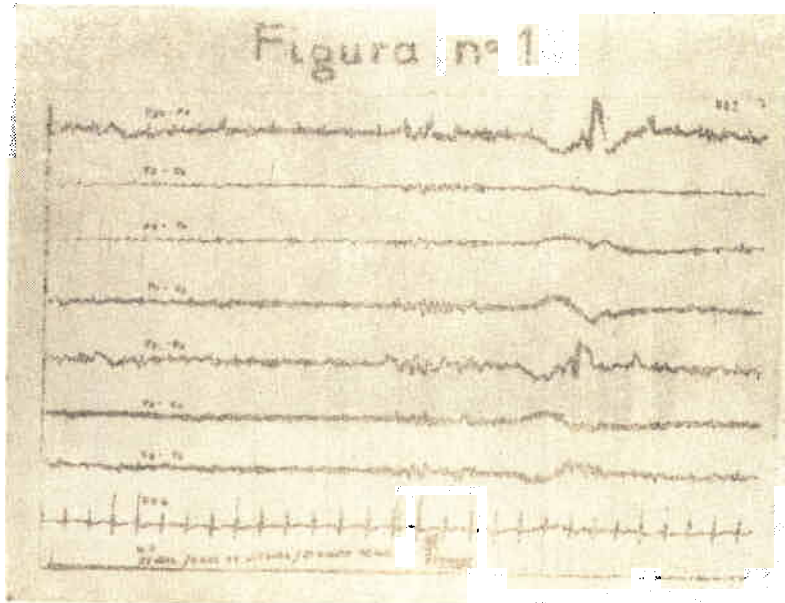
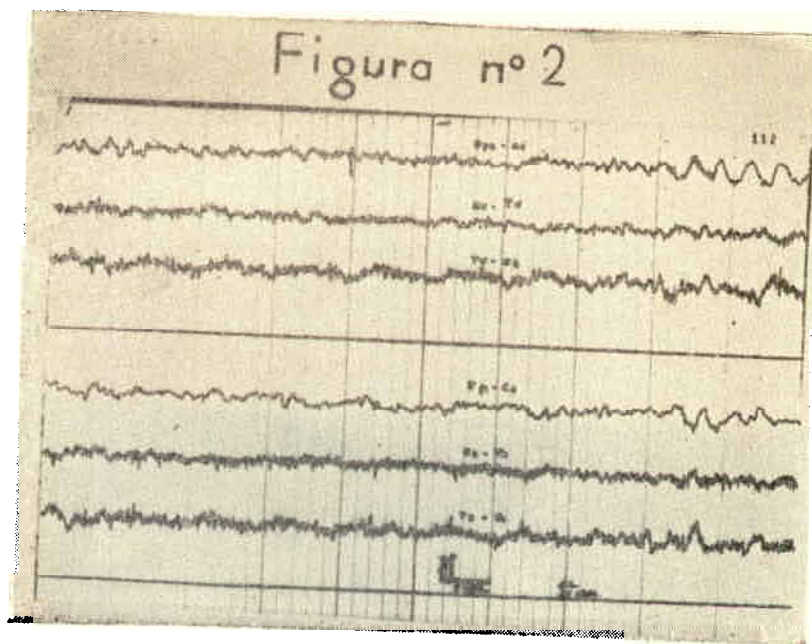


Figura nº 2

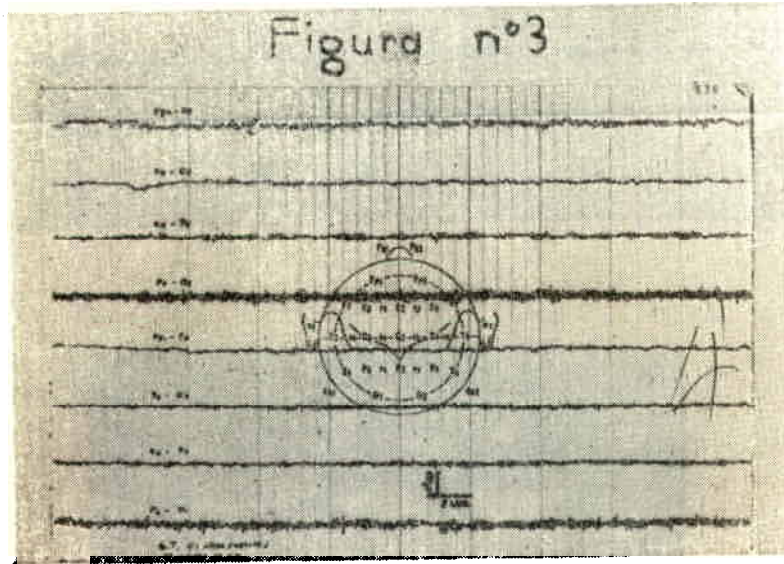


CUADRO II

Nº	SEXO	EDAD años	P _O O ₂ mmHg	P _a CO ₂ mmHg	P _H	RESPUESTA EEG
1	M	18	85	13,5	7,78	Teta Esperádico
2	M	41	70	16	7,69	0
3	M	26	85	10	7,74	0
4	M	22	-	17,5	7,60	0
5	M	20	85	13,5	7,67	0
6	M	25	80	14,5	7,62	Teta Frontal
7	M	23	83	13	7,61	0
\bar{m}		25	81,33	14	7,672	0 Respuestas Delta
$\pm \Delta$			$\pm 5,88$	$\pm 2,38$	$\pm 0,063$	

Δ desviación standard

Figura n°3



Cuadro II, Figura 3.

Es necesario hacer notar que en los sujetos de los dos grupos, los valores de la presión parcial de CO₂ arterial (PaCO₂) y del pH arterial obtenidos en el curso de la H. V. no son significativamente diferentes ($P > 0.90$ para pH arterial; $0.3 < P < 0.5$ para PaCO₂).

COMENTARIO

La hipocapnia y la alcalosis gaseosa secundarias a la H. V. voluntaria dan lugar pues a respuestas electroencefalográficas muy diferentes en los dos grupos a pesar de que el PaCO₂ y el pH arteriales sean comparables; mientras que el trazado de los nativos de la altura no sufre modificaciones o lo hace en muy pequeño grado, el de los sujetos venidos del nivel del mar presentan en su mayoría una hipersincronía delta. Los mecanismos de producción de estas alteraciones permanecen hasta el momento desconocidos: Gibbs y col. (1935 - 1936), (2) Davis y Wallace (1962) (3), Darrow y Pathmann (1943) (4), los atribuyen a una modificación de la circulación cerebral (anemia cerebral por vasoconstricción). Se sabe en efecto que el PaCO₂ es uno de los principales factores de regulación de la circulación cerebral (SCHMIDT, C. F. 1950. (5).

Si se tratara de un mecanismo de este tipo es necesario admitir que la circulación cerebral se comporta muy diferentemente en relación al estímulo CO₂ en los nativos de la altitud y los de nivel del mar. El débito cerebral de los habitantes de la altura, poco sensible a las variaciones del PCO₂ sufriría poca modificación a pesar de la hipocapnia y la alcalosis gaseosa y contrariamente a los sujetos del nivel del mar. Se trata de una hipótesis que sería necesario confirmar o negar por un estudio del débito cerebral en la altitud bajo diferentes condiciones experimentales.

COMENTARIOS PARA LOS CUADROS Y FIGURAS

CUADRO I. Respuestas electroencefalográficas obtenidas en la ciudad de La Paz (3.700 mts.), en el curso de la hiperventilación voluntaria en un grupo de sujetos nacidos a nivel del mar.
PaO₂ = Presión parcial de O₂ en la sangre arterial;
PaCO₂ = presión parcial de gas carbónico en la sangre arterial;

pH = pH arterial.

Figura N° 1. Registro electroencefalográfico del sujeto N° 9 del Cuadro I que muestra una hipersincronía delta generalizada al tercer minuto de H. V. (velocidad 15 mm/seg.; 50 μ V = 1 cm).

Figura N° 2. Registro electroencefalográfico del sujeto N° 10 del Cuadro I con una hipersincronía delta generalizada durante el tercer minuto de H. V.

CUADRO II. Respuestas electroencefalográficas y valores de gases y pH arteriales obtenidos en un grupo de nativos de la ciudad de La Paz o sus alrededores (3.700 mts.).

Figura N° 3. Respuesta electroencefalográfica del sujeto N° 2 del Cuadro II mostrando un ritmo alfa bien constituido y sin respuesta delta hasta el sexto minuto de H. V.

BIBLIOGRAFIA

1. Brill N. O. y Seidemann H. (1941) Arch. Neurol. Psychiat. Chicago, 46, 374.
2. Gibbs F. A., Gibbs E. L. y Lennox W. G. Amer. J. Physiol., 113, 49, (1935).
3. Davis H. y Wallace W. McL. (1942) Arch. Neurol. Psychiat. Chicago, 47, 606.
4. Darrow C. V. y Pathmann J. H. (1943) Fed. Proc., 2, 9.
5. Schmidt C. E. "Te cerebral circulation in health and disease" (1950), Springfield, Ill, Thomas Ed.
6. Querol, M. Electroenceph. Clin. Neurophysiol, 1958, 10: 69 - 87.
7. Querol, M. Electroenceph. Clin. Neurophysiol., 1965, 18: 401 - 408.