

Electroencefalografía Transanestésica en Pediatría

DR. FRANCISCO GARCÍA LÓPEZ*

DR. CARLOS G. STRECKER FICHTNER**

DR. ORLANDO B. LEÓN Y VÉLEZ VASCO***

INTRODUCCIÓN

La absorción de un agente anestésico inhalatorio o parenteral, implica fijación en membrana y plasma celular del organismo. Esto lo valora el anesthesiólogo mediante electroencefalografía (EEG), correlacionando niveles de conciencia y el margen de absorción del anestésico, o bien la hipoxia que proporciona evidentemente alteraciones generalizadas, localizadas o lateralizadas de la actividad cerebral.^{1,2}

La actividad eléctrica cerebral se modifica con cada uno de los agentes anestésicos inhalatorios, así como las combinaciones de estos y los de aplicación endovenosa.^{4,5} El estudio preliminar que hoy presentamos en niños, tiene la característica de disminuir su frecuencia mediante la profundidad lograda con depresores, lo que también se observa en adultos.³ Este método de conocimiento y niveles de voltaje en la actividad cerebral es de más precisión desde

el punto de vista instrumental que el electrocardiograma.

El registro eléctrico generado por el cerebro nos permite regular la profundidad durante la anestesia general. Familiarizados con la interpretación obtenida en estas circunstancias orientamos y calificamos la menor o mayor actividad de los agentes que inhiben el dolor transoperatorio. Es importante para el anesthesiólogo saber interpretar un registro electroencefalográfico sin ayuda técnica.⁹ Numerosos ejemplos se pueden incluir para demostrar que este registro durante la cirugía puede proporcionar evidencia documental, de superficialidad o profundidad durante la etapa transanestésica.

El EEG en niños de cuatro años tiene una frecuencia dominante llamada tipo "alfa" que se valora en 8 a 12 ciclos por segundo. Este ritmo o estado de vigilia al disminuir la conciencia en la inducción anestésica, se reemplaza por ondas "beta" cuya frecuencia es de 15 a 35 ciclos por se-

* Jefe del Depto. de Anestesiología del Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional, I.M.S.S.

** Jefe del Depto. de Electroencefalografía del Hospital de Pediatría, Centro Médico Nacional, I.M.S.S.

*** Médico de Tiempo Completo del Depto. de Anestesiología del Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional, I.M.S.S.

gundo, que aparecen frecuentemente en forma homogénea paroxística.^{6,9}

En el curso del ejercicio de nuestra disciplina observamos la exclusión del estado de vigilia hasta la depresión de la actividad eléctrica que coincide con la aparición de oscilaciones en límites de 3 ciclos por segundo o menos, y se conoce como ritmo "delta", o bien, oscilaciones entre límites de 4 a 7 ciclos por segundo que identifica al ritmo "teta".^{7,8}

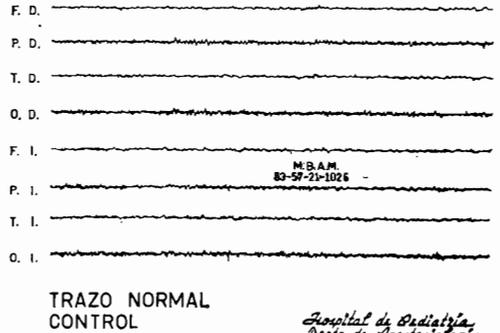
El análisis de las ondas como lo expresan los dos párrafos anteriores, incluye la frecuencia (c.p.s.) y amplitud (microvoltios) en rango de 10 a 100 microvoltios, El estadio en el cual aparecen la actividad con voltaje alto y frecuencias rápidas (15 a 30 c.p.s.) corresponde al que denominamos de "anestesia ligera". Conforme se profundiza la anestesia el patrón es diferente y se aprecian ondas lentas de alto voltaje o de niveles variables en los registros.

MATERIAL Y METODOLOGÍA

Se practicaron en 50 niños neurológicamente normales, registros electroencefalográficos previamente a la intervención. En el transoperatorio aplicando los agentes anestésicos como se describe más adelante, se observaron modificaciones que explicamos en esta comunicación. Seleccionamos las asociaciones equilibradas que aplicamos en nuestra metodología diaria; así como las que se conocen como más comunes al proceder mediante el inductivo y posteriormente el halogenado, interpretando los EEG basándonos en los ritmos más demostrativos de los casos que se estudiaron.

La ventilación se estableció con circuito semicerrado parcialmente reinhalatorio sin absorbedor denominado sistema en "T".

Electroencefalografía



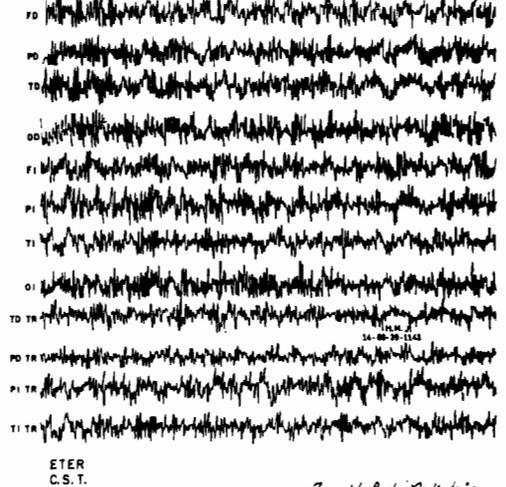
TRAZO NORMAL CONTROL

*Hospital de Pediatría
Dpto. de Anestesiología
C.M.A. J.M.S.S.*

CUADRO 1.

Paciente de 13 meses de edad, en estado de vigilia, con trazo normal y frecuencia de 8 a 10 c.p.s., con ondas alfa de aparición más frecuente en áreas occipitales, mostrando una mezcla de actividad más rápida de 15 a 22 ciclos por segundo denominándose ondas beta, predominando las áreas parietal y frontal (Cuadro 1).

Electroencefalografía



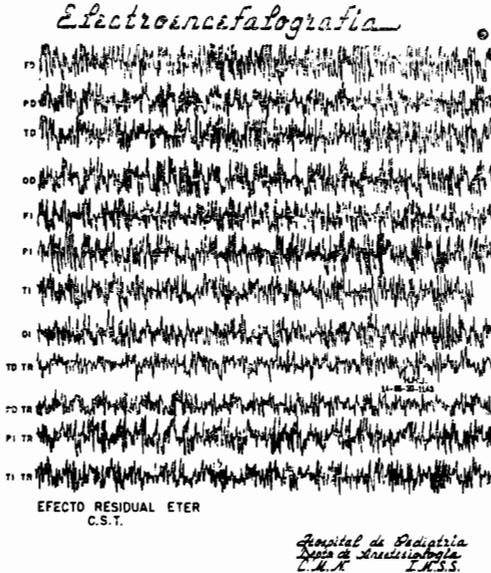
ETER C.S.T.

*Hospital de Pediatría
Dpto. de Anestesiología
C.M.A. J.M.S.S.*

CUADRO 2.

En el plano de analgesia con éter se observa beta aguda, con aceleración importante, caracteriza a ritmos estimulantes no depresivos. La forma lenta se obtiene en planos profundos, no requerida en el uso que hicimos del agente en esta ocasión (Cuadro 2).

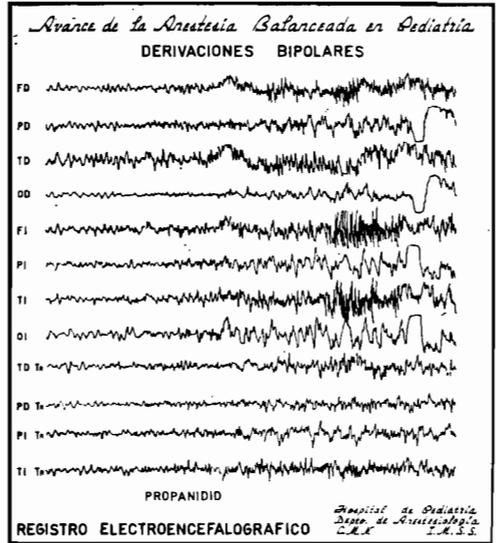
ocupó no mostró movimiento anormal, que en ocasiones hemos observado (Cuadro 4).



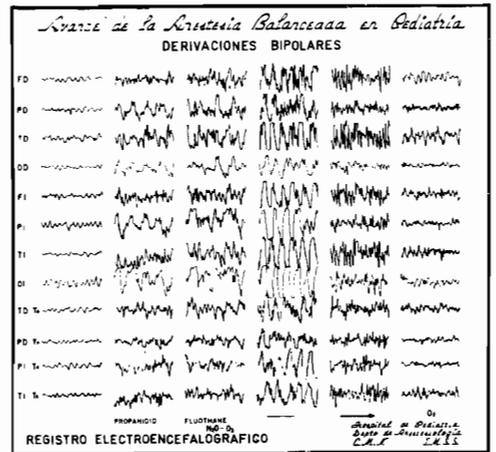
CUADRO 3.

Persisten ondas agudas en el período de recuperación. El efecto residual del éter llega a artefactos que se traducen en movimientos del paciente no consignados en este registro (Cuadro 3).

La propanidida como inductor hace un trazo que interpretamos como estimulador del sistema reticular ascendente, el que se traduce como impacto importante por las ondas teta y delta de alto voltaje. Se compara una acción convulsivante que se inicia con ondas beta frecuentes con fase tónica y después con ondas lentas de gran amplitud. Esta interpretación es eminentemente eléctrica, el caso particular que nos



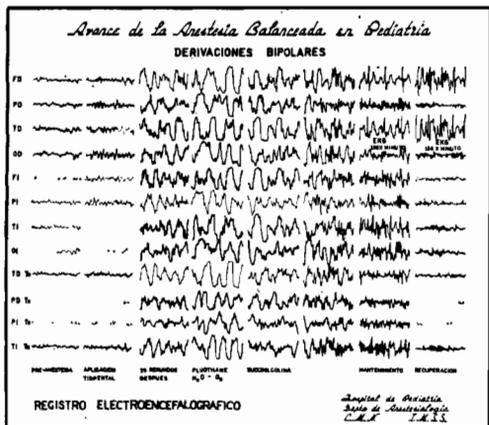
CUADRO 4.



CUADRO 5.

Después de la acción farmacológica de la propanidida, continúa halothane, con ondas delta de alto voltaje (3 a 4 c.p.s.) equivalente a ritmo depresivo. Posteriormente se muestra la actividad residual en ondas beta homogéneas de 15 a 25 c.p.s. con menores

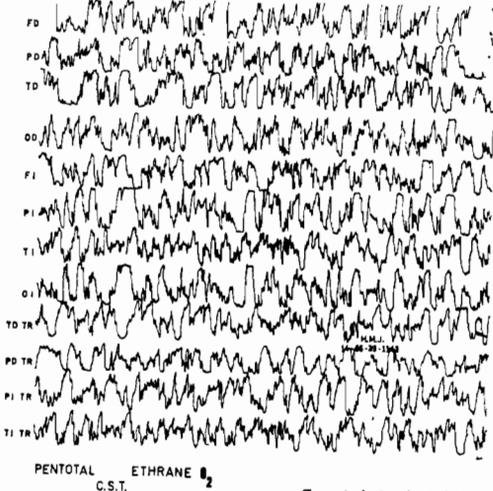
niveles de voltaje. Este ritmo continúa hasta la recuperación (Cuadro 5).



CUADRO 6.

Con el pentothal® se obtuvieron registros beta homogéneos en la mayor parte de los canales. Al continuar con halothane aparece una actividad química importante que se traduce en elevado índice de ondas delta. Este ritmo caracteriza la fase profunda de

Electroencefalografía

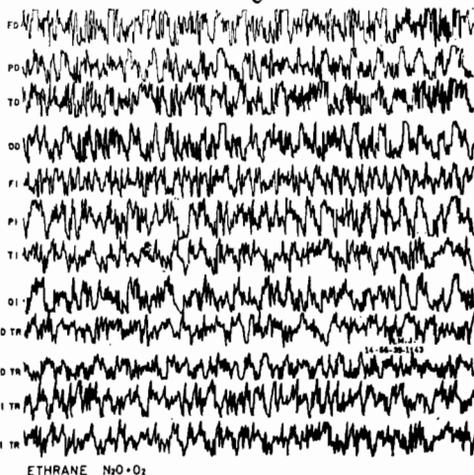


CUADRO 7.

sueño y también del coma por frecuencias de .5 a 4 c.p.s. El relajante no modificó la identificación del halogenado. La recuperación muestra cambio radical de lo anterior por la predominancia beta (Cuadro 6).

El pentothal® aplicado como inductivo y continuado por la inhalación de ethrane®, muestra ondas agudas de 14 a 15 c.p.s. y 150 microvoltios mezcladas con delta de 3 4 c.p.s. y 200 microvoltios. Se observan también ondas teta lentas, de alto voltaje con frecuencia variable (Cuadro 7).

Electroencefalografía

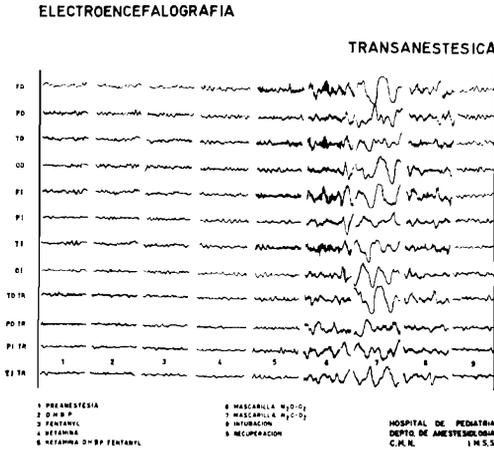


CUADRO 8.

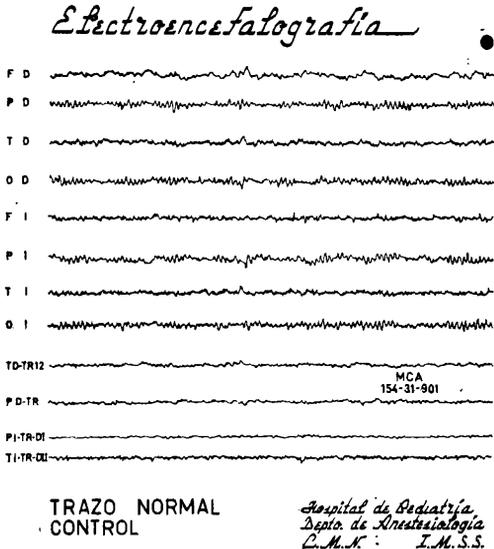
Al asociar el óxido nitroso al enflurano (Ethrane®), hay actividad beta de ondas agudas con bajo porcentaje de teta y delta (Cuadro 8).

Representando un ritmo beta de tranquilidad en electroencefalograma, tenemos la secuencia del neuroléptico el analgésico, y la ketamina aplicados en dosis de anestesia balanceada. Se aprecian ritmos alfa y beta

de bajo voltaje. Posteriormente al aplicar mascarilla aumentan los efectos musculares y al intubar ventilando con óxido nitroso-oxígeno, el ritmo se vuelve semejante y predominante en la técnica. A continuación con el No. 9 en el registro se muestra la recuperación.



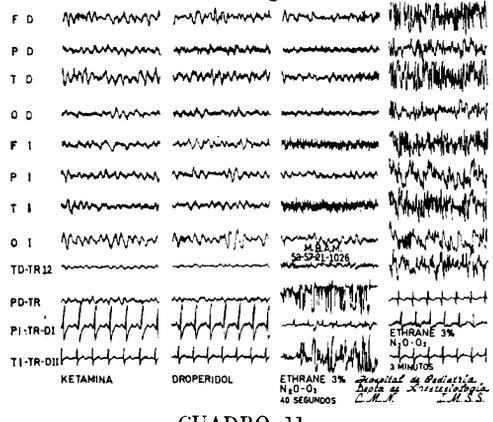
CUADRO 9.



CUADRO 10.

Trazo normal de control con paciente despierto (Cuadro 10).

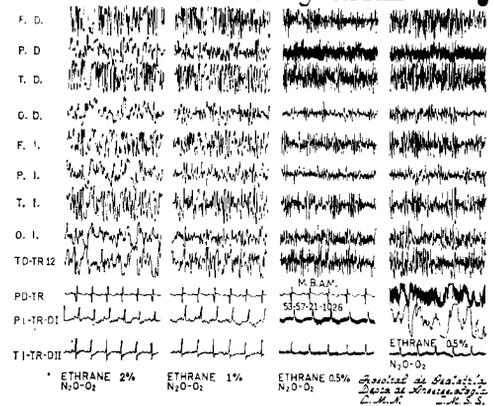
Electroencefalografia



CUADRO 11.

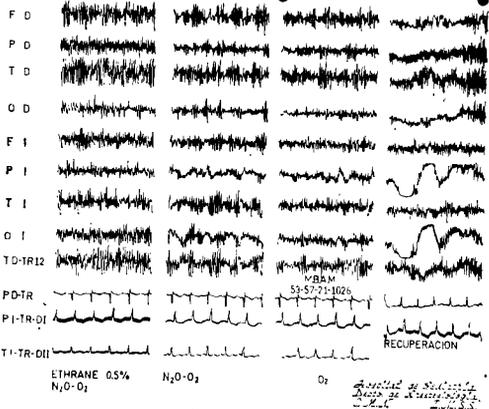
En técnica balanceada con ketamina-droperidol-ethrane® se aprecia con el primer fármaco lentitud de mediano voltaje en todas las derivaciones. El droperidol no modifica ostensiblemente, sin embargo la inhalación del enflurano dio lugar a un cambio de ondas con la formación de beta. Tres minutos después hay un cambio importante por el aumento del voltaje con presencia de escasas ondas lentas (Cuadro 11).

Electroencefalografia



CUADRO 12.

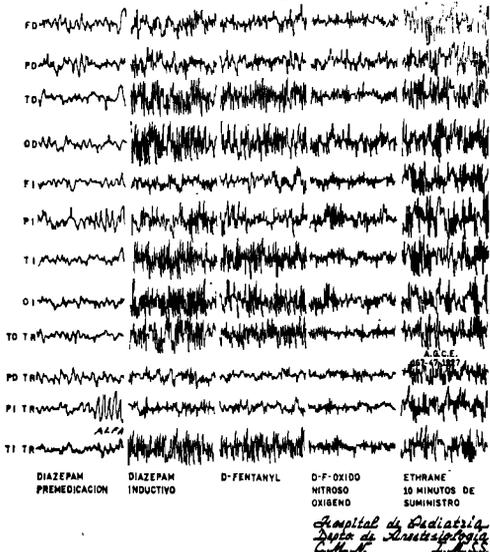
Electroencefalografía



CUADRO 13.

El enflurano al 2% nos muestra frecuencias beta homogéneas de alto voltaje con ondas lentas predominantes en derivaciones occipitales y parietales al descender al 1 y .5% de vaporización las ondas lentas desaparecen dejando en su lugar beta de alto voltaje (Cuadros 12 y 13).

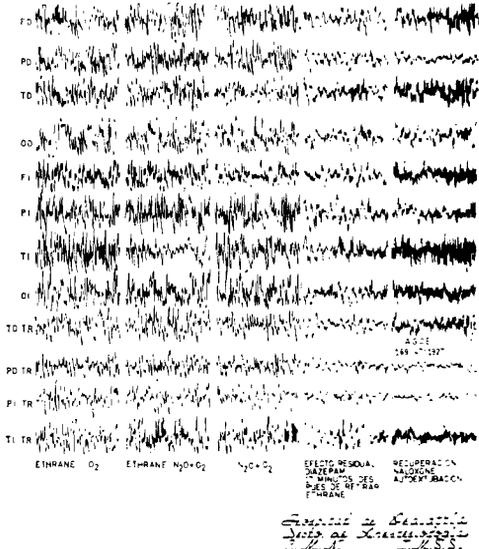
Electroencefalografía



CUADRO 14.

El efecto del diazepam en la preanestesia responde con frecuencias alfa y beta homogéneas. Continuando este agente como inductivo eleva el voltaje de beta. Posteriormente el fentanyl® no hace cambio significativo. Al mezclar óxido nitroso al oxígeno se reduce el voltaje de las ondas beta. Cuando añadimos al procedimiento ethrane® aparecen nuevamente las ondas beta con alto voltaje y menor número de ondas lentas (Cuadro 14).

Electroencefalografía



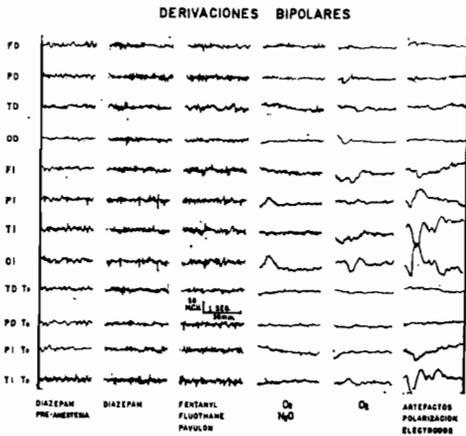
CUADRO 15.

En todo el trazo se muestra la acción del diazepam modificado por el ethrane® y al retirar éste, regresan los niveles de voltaje propios de la benzodiazepina (Cuadro 15).

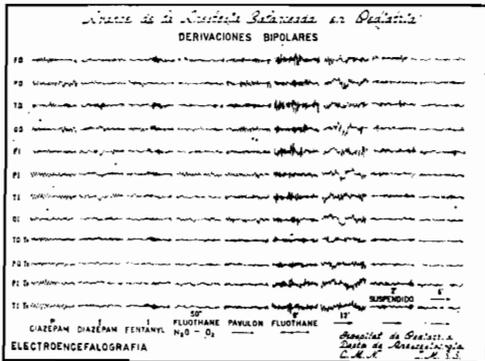
Nuevamente tenemos los registros de una metodología balanceada mediante diazepam-fentanyl-halothane se observaron ondas alfa y beta de 50 microvoltios con ritmo notoriamente ligero y ausencia completa de actividad motora. Es de hacerse notar el

marcado contraste con los registros propios de la propanidida y de la actitud específica de los halogenados. En el No. 17 la aplicación del Pavulón® como es propio de los relajantes, no se identifican en E.E.G. con trazo particular (Cuadros 16 y 17).

Avance de la Anestesia Balanceada en Pediatría



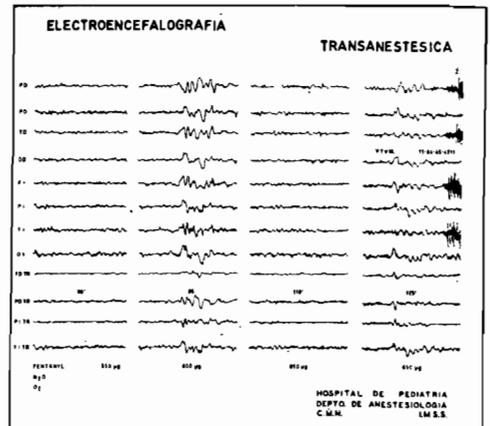
REGISTRO ELECTROENCEFALOGRAFICO
CUADRO 16.



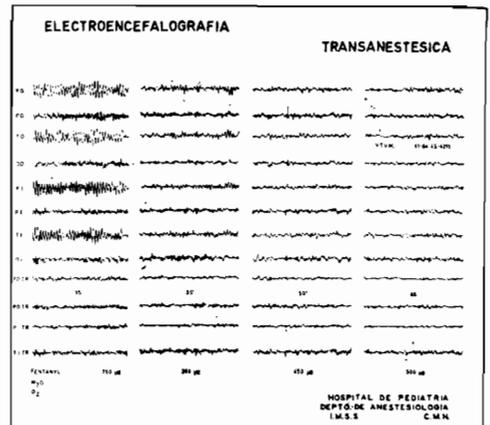
CUADRO 17.

Al continuar en la EEG, encontramos que fentanyl® como único agente en el método anestésico, registra ritmos beta homogéneos de 25 c.p.s. mezclados con ondas agudas de 10, 11 y 12 ciclos por segundo de localización frontal bilateral, de alto vol-

aje de 150 microvoltios. Esto también se observa con 250 y 350 microgramos, a excepción que con la última dosificación se obtiene como respuesta en derivaciones frontales ondas agudas de 50 microvoltios. Con 450 mcg. continúa el ritmo en frecuencia beta con escasas ondas teta de 6 y 7 ciclos por segundo y 70 microvoltios. Lo anterior se interpreta como actividad con frecuencia y niveles de voltaje dentro de límites equivalentes a un estado de sueño normal superficial (etapa I). A los 500 y 550 mcg.



CUADRO 18.



CUADRO 19.

no se registran modificaciones significativas. Al término de la acción farmacológica del citrato de fentanyl® en 550 mcg. que coincide con 95 minutos de trabajo se presenta en todos los canales modificación de la frecuencia que aparenta un ritmo de despertar semejante al complejo "K". Lo anterior se confirma al desaparecer este con una nueva aplicación del agente y que suma 600 microgramos. Se puede apreciar que se reanuda la expresión típica o similar a los 125 minutos, cuando se agota la acción farmacológica de los 650 mcg. En esta segunda ocasión que nos da semejanza al similar complejo "K", se suma el artefacto de la recuperación lo que esclarece nuestra explicación de la existencia de pró-dromo al despertar. Para obtener la recuperación completa del paciente se hizo uso de un antagonista de los morfínicos conocido con el nombre de clorhidrato de naloxone en dosis de 2 microgramos por kilogramo. La expresión farmacológica de la actitud antinarcótica no fue posible por la aparición súbita de la recuperación, la que se acompaña de movimientos musculares que se traducen en artefactos, que no es posible registrar (Cuadros 18 y 19).

COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

La observación predominante es la presencia de ondas que identifican respuestas de fármacos, de frecuencia y amplitud que se traducen en ondas rápidas y lentas de bajo y alto voltaje. No podemos hablar de la identificación de planos pero sí de ondas depresivas particularmente con los agentes halogenados cuando estos son predominantes, se modifican cuando se asocian a agentes parenterales atendiendo a que se baja la concentración del inhalatorio.

La técnica balanceada y especialmente diazepam-fentanyl-halothane se traduce en un registro muy cercano al ritmo de tranquilidad, si lo comparamos particularmente con los resultados obtenidos para propanidida (cuadro No. 4) como inductor y halothane o ethrane® como agentes de mantenimiento.

El narcótico-analgésico, citrato de fentanyl aplicado como agente único de mantenimiento en nuestro procedimiento muestra la posibilidad de traducir su acción como periférica (un efecto medicamentoso no de presor central) sobre vías nerviosas sensitivas, en combinación con un estado de sueño inducido en el sistema nervioso central equivalente a la etapa I de sueño medicamentoso. Lo anterior lo consideramos como un adelanto relevante por su inocuidad farmacológica que se refleja en los registros electroencefalográficos.

Subrayamos la utilidad que presta al anestesiólogo conocer el trazo que puede circunscribir a los agentes depresivos en mantenimiento anestésico y los que muestran actividades con frecuencias sin efectos depresivos en el transanestésico. Tomando como base el conocimiento de diferentes autores por los efectos obtenidos la electroencefalografía es un parámetro importante por la orientación que aporta en la vigilancia clínica del anestesiólogo. Actualmente este medio particulariza profundidad o superficialidad en la tecnología de nuestra disciplina.

RESUMEN

Se muestra trazo normal de actividad eléctrica de la corteza cerebral en el niño con electroencefalogramas obtenidos con cada uno de los agentes anestésicos usados en

el departamento de anestesiología del Hospital de Pediatría del I.M.S.S. Se incluyen procedimientos de técnica inhalatoria a base de halogenados así como la anestesia general balanceada. Se exhiben trazos que identifican respuestas particulares muestran do su profundidad o potencia grado de de-

presión y recuperación. Se mencionan las ventajas obtenidas con la asociación farmacológica a base de agentes endovenosos y éstos con volátiles. Se señala el uso de un analgésico como agente único de mantenimiento describiéndose lo excepcional de su registro.

BIBLIOGRAFIA

1. Bickford, R.G.: Automatic Electroencephalographic Control of General Anaesthesia. *Electroenceph. Clin. Neuro Physio.* 2:93, 1950.
2. Courtin, R.F. and Faulconer, A. Jr.: The Classification and Significance of Electroencephalographic Patterns Produced by Nitrous Oxide-Ether Anaesthesia During Surgical Operations. *Proc. Staff Meet. Mayo Clin.* 25:197, 1950.
3. Drohocki, Z., and Drohocki, J.: Etude Electroencephalographique of the Localisation Pharmacologique des Narcotiques. *Arch. Int. Pharmacodyn.*, 62:265, 1959.
4. Elkes, J., Elkes, C. and Bradley, P.B.: The Effect of Some Drugs on the Electrical Activity of the Brain and on Behavior. *Journal Mentisc.* 100:125, 1954.
5. Faulconer, A. Jr. and Bickford, R.G.: *Electroencephalography in Anesthesiology*, Springfield Ill. Charles C. Thomas, 1960.
6. Bibbs, F.A., and Gibbs, E.L.: *Atlas of Electroencephalography*. Vol. 1, 2 y 3 Cambridge, Mass. Addison/Wesley, Pres. 1950, 1952 y 1955.
7. Sadove, M.S. et al.: Electroencephalographic Warning of Impeding Localized Cerebral Disorder During Anaesthesia. *Canad. Anaesth. Soc. J.* 6:238, 1959.
8. Wyke, B.D.: Electrographic Monitoring of Anaesthesia. Application of Electroencephalography to Surgical Anaesthesia. *Brit. Med. Bull.*, 14:58, 1958.
9. Sadove, Becka and Gibbs: *Electroencephalography for Anesthesiologists and Surgeons*. J. B. Lippincott Co. Philadelphia y Toronto, 1967.