

01965

4
11



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE PSICOLOGIA

"CAMBIOS EN LA ACTIVIDAD ELECTRICA CORTICAL
(EEG) RELACIONADOS CON EL CICLO MENSTRUAL
EN LA MUJER"

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRIA EN PSICOBIOLOGIA
P R E S E N T A
MARTHA SILVIA SOLIS ORTIZ

DIRECTOR DE TESIS:

DRA. MARIA CORSI CABRERA

SINODALES:

DR. ROBERTO PRADO ALCALA

DR. SERAFIN MERCADO

MTRA. JULIETA RAMOS LOYO

MTRO. ALFONSO SALGADO BENITEZ



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

RESUMEN

Se ha descrito que durante el ciclo menstrual algunas mujeres experimentan cierto grado de irritabilidad, ansiedad, depresión y malestar físico principalmente en las etapas premenstrual y menstrual. Los estudios que han relacionado los niveles hormonales con los cambios en el estado de ánimo son inconsistentes. Estos estudios han recibido críticas metodológicas, por lo cual es necesario buscar parámetros psicofisiológicos más objetivos.

El análisis de la correlación entre diversas zonas corticas ha mostrado ser muy útil para estudiar diversos procesos neurofisiológicos. Se ha visto que la correlación es mayor en las mujeres que en los hombres y que cambia de un estado fisiológico a otro. Este tipo de análisis no ha sido aplicado para estudiar los cambios que ocurren durante el ciclo menstrual, por lo tanto, podría ser un parámetro sensible a la acción de las hormonas gonadales sobre el sistema nervioso central.

En el presente estudio se plantea la hipótesis de que durante el ciclo menstrual en la mujer se observarán cambios en la correlación interhemisférica (CORINTER) e intrahemisférica (CORINTRA) de la actividad eléctrica cortical (EEG), además de los cambios en la potencia absoluta (PA) y relativa (PR).

Participaron 9 voluntarias. Se registró el EEG en reposo con ojos abiertos y cerrados cada tercer día durante un ciclo menstrual completo (12 sesiones). Se colocaron los electrodos en F3, F4, C3, C4, P1, P2, O1 y O2, referidos a la oreja ipsilateral. Se capturó la señal en línea en un computador tipo PC, a través de un convertidor analógico/digital de 8 canales, con 12 bits de resolución. Se tomaron 10 muestras libres de artefactos con una duración de 2.56 seg (256 puntos) y se utilizó un intervalo de muestro de 8 msec entre un punto y otro (125 Hz).

La PA de Delta, Theta y Alfa fue mayor durante la etapa premenstrual y la de Beta en la menstruación, y fue menor en la ovulación para todas las bandas.

La PR mostró que la contribución proporcional de cada banda fue distinta en las diferentes etapas del ciclo menstrual.

La correlación interhemisférica fue mayor durante la etapa post-ovulatoria y menor en los periodos premenstrual y menstrual para las bandas de Theta, Alfa 1 y Beta 2.

La correlación intrahemisférica de las bandas de Delta y Beta fue mayor durante el período premenstrual y menor en la menstruación. En Theta y Alfa fue mayor durante el período post-ovulatorio y menor en la ovulación.

Los resultados obtenidos en este trabajo indican que existen cambios en la actividad electroencefalográfica tanto en la CORINTER y la CORINTRA, como en la PA y PR. Los cambios en la correlación, sugieren que las relaciones funcionales interhemisféricas como intrahemisféricas del EEG cambian durante la etapa lútea, probablemente relacionadas con los niveles de estrógenos y progesterona.

INDICE

INTRODUCCION.....	1
MARCO TEORICO.....	4
A). Ciclo Menstrual. Hormonas Sexuales.....	4
B). Control neuroendócrino del ciclo menstrual.....	6
C). Efectos de los estrógenos sobre el SNC.....	9
D). Efectos de la progesterona sobre el SNC.....	14
E). Efectos de las hormonas gonadales sobre otras conductas asociadas al ciclo menstrual.....	18
F). Efectos de las hormonas gonadales sobre la conducta emocional asociada al ciclo menstrual.....	25
G). Actividad Eléctrica Cerebral (EEG).....	29
a).- Descripción general del EEG.....	29
b).- EEG durante el ciclo menstrual.....	32
c).- Potenciales provocados y ciclo menstrual.....	41
HIPOTESIS.....	43
METODO.....	45
A). Sujetos.....	45
B). Cuestionario.....	45
C). Períodos del ciclo menstrual.....	45
D). Procedimiento.....	46
a).- Colocación de electrodos.....	46
b).- Registro y captura del EEG.....	47
c).- Análisis de la señal de EEG.....	47
E). Análisis estadístico.....	49
a).- Potencia Absoluta y Relativa.....	50
b).- Correlación interhemisférica.....	50
c).- Correlación intrahemisférica.....	50

RESULTADOS.....	52
A). Ciclo menstrual.....	52
B). Potencia Absoluta (PA).....	53
a).- PA con ojos cerrados.....	53
b).- PA con ojos abiertos.....	55
C). Potencia Relativa (PR).....	64
a).- PR con ojos cerrados.....	64
b).- PR con ojos abiertos.....	66
D). Correlacion Interhemisférica (CORINTER).....	69
a).- CORINTER con ojos cerrados.....	69
b).- CORINTER con ojos abiertos.....	72
E). Correlacion Intrahemisférica (CORINTRA).....	74
a).- CORINTRA con ojos cerrados.....	74
b).- CORINTRA con ojos abiertos.....	79
DISCUSION.....	83
BIBLIOGRAFIA.....	100

INTRODUCCION

Las hormonas sexuales, estrógenos y progesterona, actúan sobre estructuras del sistema nervioso central, cuyos efectos tanto facilitatorios como inhibitorios se reflejan en la actividad electroencefalográfica, la cual muestra variaciones durante el ciclo menstrual. Estas hormonas no solo influyen sobre la conducta sexual y reproductiva, sino también sobre la emocional que muestra cambios cíclicos durante el ciclo menstrual, particularmente en las etapas premenstrual y menstrual. En estos periodos, hay algunas mujeres que muestran trastornos premenstruales los cuales pueden ser mínimos y que no requieren de atención médica, pero en otros casos son tan severos que incluso requieren de hospitalización.

La causa de los cambios en el estado de ánimo ha sido atribuida a la acción de las hormonas sexuales, sin embargo las teorías que se han propuesto son inconsistentes y contradictorias, probablemente debido a problemas metodológicos, por lo cual, la acción de estas hormonas sobre la conducta emocional aún no es clara.

Dada la complejidad del fenómeno, de los problemas metodológicos y la dificultad para estudiar el sustrato neurofisiológico que está involucrado en los trastornos premenstruales, es necesario contar con parámetros psicofisiológicos que permitan analizar objetivamente los cambios que ocurren durante el ciclo menstrual.

Una de las técnicas fisiológicas que se ha utilizado para

estudiar la organización funcional del SNC es la electroencefalografía (EEG), que consiste en registrar la actividad eléctrica cerebral. Esta técnica ha sido aplicada para estudiar los cambios en el sistema nervioso central (SNC) durante el ciclo menstrual; aunque existen pocas investigaciones al respecto, los resultados que se han encontrado muestran que la frecuencia y la potencia del EEG cambian durante el ciclo menstrual.

En los últimos años, se ha utilizado el análisis de coherencia o correlación para estudiar la relación funcional entre zonas corticales, suponiendo que entre mayor sea el valor de la correlación más semejante será la actividad EEG entre diferentes zonas cerebrales. Se ha demostrado que el grado de correlación cambia de un estado fisiológico a otro, lo cual ha permitido discriminar los cambios en la organización funcional que acompañan a cada estado. Es posible que durante el ciclo menstrual no solo cambie la actividad EEG que se refleja en la potencia, sino también las relaciones funcionales entre las zonas corticales y que se puedan reflejar en la correlación interhemisférica (zonas corticales entre los dos hemisferios) e intrahemisférica (zonas corticales entre un mismo hemisferio).

El objetivo del presente estudio es investigar los cambios en la correlación del EEG durante el ciclo menstrual de la mujer. Este tipo de análisis no ha sido aplicado para estudiar dicho fenómeno, y es posible que nos proporcione información acerca de cómo cambia la organización funcional durante las diferentes etapas del ciclo menstrual.

En la tesis se mencionan los efectos de las hormonas gonadales

sobre el SNC, sobre otras conductas que no se relacionan directamente con la sexual así como los efectos sobre la conducta emocional y las teorías que se han propuesto para explicar los cambios en el estado de ánimo.

También se hace una breve descripción de los aspectos básicos de la actividad EEG, así como una revisión de los trabajos que se han realizado para estudiar los cambios en la electroencefalografía relacionados con el ciclo menstrual.

CICLO MENSTRUAL

A). HORMONAS SEXUALES

Las hormonas sexuales femeninas (estrógenos y progesterona) se producen principalmente en los ovarios y bajo su influencia el aparato reproductor femenino sufre cambios cíclicos regulares cuyo rasgo más evidente es el sangrado menstrual que ocurre como consecuencia del cambio en la mucosa uterina. La duración de estos ciclos es variable en las mujeres, pero en promedio ocurre cada 28 días desde el inicio de un período menstrual al comienzo del siguiente, a lo largo de los cuales pueden observarse modificaciones cíclicas en los ovarios, el útero y la vagina.

El ovario contiene numerosos folículos primordiales, cada uno contiene un óvulo inmaduro, y durante los primeros días del ciclo menstrual se inicia el crecimiento de uno de ellos y las células de la teca interna del folículo producen los estrógenos. Aproximadamente, en el 14o día del ciclo, cuando el folículo está lo suficientemente maduro (folículo de Graaf) éste se rompe y el óvulo es expulsado hacia la cavidad abdominal, proceso llamado ovulación. El óvulo es recogido por los extremos de las trompas de Falopio y transportado al útero. El folículo roto se llena de sangre y las células de la capa granulosa y de la teca del revestimiento folicular empiezan a proliferar, y la sangre es reemplazada por las células lúteas llenas de lípidos, de color amarillento, que forman el cuerpo lúteo. Las células lúteas son las que secretan los estrógenos y la progesterona (Midgley y cols., 1973; Ganong, 1976).

Si no ocurre la fecundación, el cuerpo lúteo empieza a

degenerarse aproximadamente cuatro días antes de la siguiente menstruación y es remplazado por un tejido cicatricial.

Las fluctuaciones cíclicas de estas hormonas en un ciclo de 28 días se pueden ver en la figura 1. Después de la menstruación, los niveles plasmáticos de estrógenos se elevan alcanzando un pico el día 14, caen y vuelven a subir de nuevo hacia el día 20 para disminuir durante el periodo premenstrual. En cambio, los niveles de progesterona son bajos durante la primera mitad del ciclo, se incrementan después de la ovulación y alcanzan un valor máximo alrededor del día 20 para descender bruscamente antes de la menstruación (Midgley y cols., 1973).

El endometrio también sufre cambios cíclicos relacionados con la influencia de las hormonas gonadales. Al final de la menstruación todas las capas del endometrio, excepto las profundas, se han desprendido. Bajo la influencia de los estrógenos el folículo en desarrollo aumenta rápidamente en grosor en el periodo comprendido entre el quinto y decimocuarto día del ciclo menstrual. Las glándulas uterinas crecen de longitud pero no producen secreción. Estos cambios del endometrio se llaman proliferativos y a esta parte del ciclo menstrual a veces se le denomina fase proliferativa. Después de la ovulación las glándulas del endometrio secretan activamente estrógenos y progesterona, se enrollan y se doblan bajo la influencia de los estrógenos y de la progesterona provenientes del cuerpo lúteo. Estos son los cambios secretorios o progestacionales y este periodo recibe el nombre de fase secretora o fase lútea del ciclo menstrual. Cuando el cuerpo lúteo sufre regresión, el apoyo hormonal del endometrio es

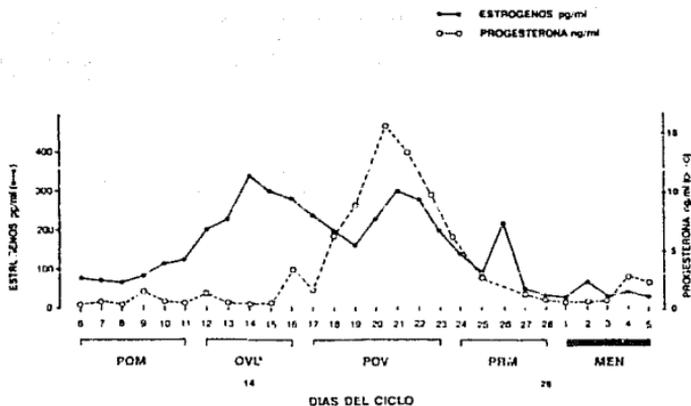


Fig. 1. Niveles plasmáticos de estrógenos y progesterona durante el ciclo menstrual (Modificada de Ferin y cols., 1973). Se indican los periodos en que se dividió el ciclo menstrual: Post-menstrual (POM), Ovulatorio (OVU), Post-ovulatorio (POV), Premenstrual (PRM) y Menstrual (MEN). La fase folicular comprende las etapas POM hasta antes de la OVU; la fase lútea abarca las etapas POV y PRM.

retirado, las arterias espirales se dilatan y sus paredes necróticas se rompen una por una produciendo una hemorragia, desprendimiento y el flujo menstrual. El sangrado termina cuando las arterias espirales presentan de nuevo constricción y un nuevo endometrio se regenera a partir de las capas basales. La duración promedio del flujo menstrual es de cinco días.

También bajo la influencia de los estrógenos, el epitelio vaginal se cornifica y pueden identificarse células epiteliales cornificadas en los frotis vaginales. En cambio, con la influencia de la progesterona se secreta un moco viscoso y el epitelio prolifera quedando infiltrado por leucocitos. Los cambios cíclicos observados en los frotis vaginales son particularmente bien conocidos en la rata, y los cambios en la mujer y en otras especies son similares pero no son tan evidentes (Ganong, 1976).

B). Control Neuroendócrino del Ciclo Menstrual

La liberación ovárica de estrógenos y de progesterona depende directamente de la acción de las hormonas gonadotrópicas: la hormona foliculo estimulante (HFE) y la hormona luteinizante (HL) que son secretadas por la adenohipófisis. La liberación de éstas depende a la vez de la hormona liberadora de hormonas gonadotrópicas (HLRG) producida por el hipotálamo. A través de mecanismos complejos de retroalimentación positiva y negativa, los niveles de estrógenos y de progesterona influyen a su vez sobre la liberación de las hormonas hipotalámicas e hipofisiarias (Fig. 2). Por lo tanto, en la regulación del ciclo menstrual participan tanto el sistema nervioso, como el endócrino y tres

tipos de hormonas:

- 1).- Hormonas efectoras que actúan directamente en el órgano blanco.
- 2).- Hormonas trópicas que controlan la síntesis y liberación de las hormonas efectoras.
- 3).- Hormonas liberadoras, que son elaboradas por células nerviosas del hipotálamo y que controlan la síntesis y liberación de las hormonas trópicas de la adenohipófisis.

La hipófisis o glándula pituitaria, esta formada por tres lóbulos que en realidad son tres órganos endocrinos más o menos separados y que secretan por lo menos 10 hormonas. Entre las hormonas secretadas por el lóbulo anterior esta la hormona folículo estimulante (HFE) y la hormona luteinizante (HL), conocidas también como gonadotropinas por su acción sobre las gónadas. La HFE actúa sinérgicamente con la HL para aumentar el peso ovárico, la maduración del folículo y promover la secreción de estrógeno. Los sitios ováricos de acción de estas dos hormonas no se conocen con precisión, pero es posible que la HFE actúe en las células granulosas, en tanto que la HL en el cuerpo lúteo (Brück, 1983).

El hipotálamo, situado en la porción anterior del diencéfalo tiene conexiones vasculares con el lóbulo anterior de la hipófisis y conexiones nerviosas con el lóbulo posterior de la misma. Via los vasos porta-hipofisarios, el hipotálamo envía a la hipófisis la hormona liberadora de la hormona folículo estimulante (HLHFE), que actualmente se cree que también es responsable de modular la liberación de la hormona luteinizante (HL) (Brück, 1983).

Los estrógenos y la progesterona tienen efectos sobre el aparato reproductor femenino, la reproducción y la conducta sexual. Pero además, las hormonas sexuales femeninas influyen sobre el Sistema Nervioso Central (SNC) y sobre otro tipo de conductas entre las que se incluye la emocional.

A continuación se mencionan brevemente las regiones cerebrales que son receptoras a las hormonas esteroides, estrógenos y progesterona, sus sitios de acción y sus efectos sobre la conducta.

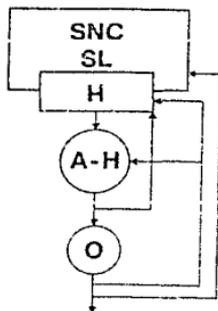


Fig. 2. Control hormonal y procesos de retroalimentación durante el ciclo menstrual. Sistema Nervioso Central (SNC), Sistema Límbico (SL), Hipotálamo (H), Adeno-hipofisis (A-H) y Ovario (O).

C). EFECTOS DE LOS ESTROGENOS SOBRE EL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL.

Los estrógenos naturales son esteroides secretados por las células de la teca interna de los folículos ováricos, cuerpo lúteo, placenta y en pequeñas cantidades por la corteza adrenal y los testículos. La ruta biosintética implica su formación a partir de los andrógenos. El 17 Beta estradiol es el principal estrógeno secretado y está en equilibrio con la estrona en la circulación, la cual posteriormente es metabolizada a estriol.

Las hormonas esteroides que circulan en la sangre influyen directamente sobre procesos neurales. Las hormonas marcadas con radioactividad penetran rápidamente y con facilidad en el tejido nervioso desde el torrente sanguíneo y de esta forma se ha observado que los estrógenos, la hormona sexual femenina, se concentra en las siguientes regiones del cerebro:

En el diencefalo, el estradiol se concentra particularmente en: el área preóptica medial, hipotálamo anterior medial, núcleo ventromedial del hipotálamo, núcleo arcuato y núcleo ventral premamilar. En el telencefalo, el estradiol se concentra en estructuras que pertenecen al sistema límbico: núcleo medial y anterior de la amígdala, septum lateral, tubérculo olfatorio, núcleos de la estria terminalis, núcleo ventral del hipocampo, entre las células de la región de la banda de Broca, corteza entorrinal y en la corteza prepiriforme. En el mesencefalo: en las porciones lateral y ventromedial de la sustancia gris central y cerca del ventrículo. En la formación reticular también se ha localizado estradiol no marcado (Pfaff y Keiner, 1973; Eisenfeld

y Axelrod, 1965; Stumpf, 1968; Michael, 1965; Zigmund y McEwen, 1970; Seiki y cols., 1969).

Los estrógenos influyen en el Sistema Nervioso Central de tres maneras:

- 1.- Actúan como organizadores en la diferenciación sexual de ciertas partes del cerebro durante el período crítico embrionario.
- 2.- En la vida adulta producen el estado de estro que es muy claro y manifiesto en muchos animales.
- 3.- Como ya se mencionó anteriormente, participan en la retroalimentación del sistema de control que regula la secreción de las gonadotropinas por la pituitaria anterior.

Para localizar el sitio de acción de las hormonas esteroides que controlan ciertas conductas como la sexual, se han desarrollado diversas técnicas y métodos diferentes. Las técnicas más utilizadas han sido: el implante de pequeñas cantidades de hormona directamente sobre estructuras cerebrales, lesiones específicas, estimulación eléctrica, registro de la actividad unitaria y multiunitaria y de la actividad eléctrica cortical (EEG) en regiones cerebrales específicas.

En estudios realizados hace años, se observó que el área del hipotálamo anterior y región preóptica eran los principales sitios de acción de los estrógenos. El 17 Beta estradiol implantado en estas regiones en ratas y gatos hembras ovariectomizadas indujo conducta de estro y suprimió la liberación de gonadotropinas por la pituitaria (Lisk, 1967; Michael, 1965). La implantación intracraneal de benzoato de estradiol en el área ventromedial del núcleo arcuato, del

hipotálamo anterior y del área preóptica en conejillas de indias ovariectomizadas facilitó la conducta de estro, pero los implantes en el cerebro medio no la facilitaron (Morin y Feder, 1974). En la rata, la aplicación de estrógenos en el área preóptica, el hipotálamo anterior basal, la amígdala baso lateral, la habénula y el septum también facilitaron la conducta de lordosis (Donner y cols., 1968; Lisk, 1962; Rodgers y Law, 1968).

La estimulación eléctrica del hipotálamo, del área preóptica medial y del núcleo arcuato indujeron la ovulación en ratas. (Terasawa y Sawyer, 1969).

Lincoln (1967), estudió los efectos de los estrógenos en la actividad unitaria de las neuronas del hipotálamo, septum y área preóptica ante diversos estímulos en ratas ovariectomizadas y tratadas con estrógenos. Observó que en el hipotálamo anterior, los estrógenos incrementaron el porcentaje de respuestas inhibitorias al dolor, frío y estimulación cervical, mientras que en el septum se decrementaron. En el área preóptica, la actividad unitaria mostró igual número de respuestas inhibitorias y excitatorias. La mayoría de las neuronas mostraron excitación o inhibición ante los estímulos presentados. Estas respuestas se relacionaron con cambios en la actividad eléctrica cortical (EEG) de la corteza frontal, por lo cual sugirió que hubo cambios generalizados en la excitabilidad cerebral. El EEG consistió en ondas lentas de amplitud alta y cuando se aplicó el estímulo, el patrón del EEG cambió a una actividad de frecuencia alta y de baja amplitud. Este autor concluyó que los estrógenos tuvieron efectos diferenciales sobre las respuestas neuronales del

hipotálamo y del septum.

Beyer y cols. (1974) también estudiaron los efectos de varias hormonas sobre la actividad eléctrica cortical (EEG) y sobre la descarga multiunitaria del núcleo ventro medial del hipotálamo y núcleo dorso medial del tálamo. Los autores observaron que en la coneja, la inyección de hormonas elevó la presión sanguínea asociada con activación del EEG y se incrementó la actividad neuronal. En la rata, la progesterona, la vasopresina y la epinefrina indujeron sincronización del EEG y un decremento de la actividad multiunitaria del diencefalo.

En otro estudio, durante la estimulación genital y la administración de hormonas también se observaron cambios electroencefalográficos (EEG). La estimulación genital en machos y hembras rhesus inmaduros no produjo ninguna respuesta específica en el hipotálamo o en el sistema límbico. Después de la inyección de estrógenos a las hembras se produjeron cambios en el EEG seguidos de la estimulación genital. El EEG presentó ondas lentas de frecuencia alta e espigas solamente en la región rostral preóptica hipotalámica después del quinto día de administración. Al decimotercer día de administrar estrógenos aparecieron cambios en la región preóptica y en la amígdala y después de 22 días aparecieron cambios en la región preóptica, amígdala y cuerpo mamilar (Chhina y cols., 1974).

Sin embargo, otros estudios en donde la actividad unitaria y multiunitaria del área medial y anterior del hipotálamo a diversos estímulos, no se asoció con cambios en el EEG, sugirieron que el efecto de los estrógenos en el cerebro era más difuso. En gatas ovariectomizadas, se observó que los estrógenos

facilitaron la aparición de respuestas tanto excitatorias como inhibitorias en la actividad neuronal del área medial y anterior del hipotálamo ante estímulos visuales, acústicos y táctiles mientras que se redujo el número de respuestas inhibitorias a la estimulación vaginal. Además, no se encontró una relación clara entre la actividad del EEG y la descarga unitaria del hipotálamo. El EEG de muchos sujetos se caracterizó por ser de actividad rápida y de bajo voltaje esparcida con trenes de ondas lentas de gran amplitud. En la formación reticular mesencéfálica, se observó que las respuestas excitatorias predominaron claramente sobre las inhibitorias en las hembras ovariectomizadas. En cambio, en los sujetos tratados con estrógenos se observó un marcado incremento en la proporción de respuestas inhibitorias particularmente a la estimulación vaginal. Estos resultados mostraron que los estrógenos afectaron diferencialmente las respuestas neuronales hipotalámicas y mesencéfálicas a la estimulación periférica y que pudieron afectar la excitabilidad de los elementos involucrados en la transmisión de impulsos aferentes al cerebro (Alcaraz y cols., 1974).

La acción estimulante de los estrógenos se pueden observar en sujetos que tienen epilepsia ya que estos afectan el umbral de descarga epiléptica. En el conejo con un foco irritativo en la corteza cerebral, la inyección intravenosa de estrógenos produjo descargas epilépticas paroxísticas (Logothetis y Harner, 1974). En la rata también fueron observados los efectos convulsivantes del estradiol (Woolley y Timiras, 1962).

En la clínica, se ha observado que la frecuencia de ataques en mujeres con epilepsia se ha relacionado con la proporción de

estrógenos/progesterona en el plasma durante el periodo ovulatorio del ciclo menstrual. La proporción alta de estrógenos se asoció con mayor incidencia de ataques (Bäckström y cols., 1976). Asimismo, se ha descrito que las mujeres con tensión premenstrual tienen altos niveles de estrógenos y bajos niveles de progesterona durante el periodo premenstrual (Bäckström y Carstensen, 1974), y que existe una correlación entre el grado de ansiedad e irritabilidad y los niveles de estrógenos en plasma (Bäckström y Mattsson, 1975).

Los estrógenos, también pueden tener un efecto antidepresivo, ya que estos inhiben la actividad de la MAO, lo que provoca que haya más norepinefrina disponible para la acción sináptica de las neuronas adrenérgicas (Klaiber y cols., 1979). Los estrógenos incrementan la biodisponibilidad de la norepinefrina del sistema nervioso central, e induce cambios en los receptores noradrenérgicos, serotoninérgicos y dopaminérgicos (Oppenheim, 1984). Los estrógenos que se incrementan en la ovulación y descienden bruscamente antes de la menstruación, pueden precipitar los síntomas de la tensión premenstrual y los cambios en el estado de ánimo en las pacientes con desordenes afectivos cíclicos (Price y DiMarzio, 1986).

D). EFECTOS DE LA PROGESTERONA SOBRE EL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

Se conoce poco acerca de la distribución de las neuronas que concentran progesterona, pero se cree que se encuentran en el hipotálamo (Stumpf, 1975; Sar y Stumpf, 1973) y en algunas estructuras del cerebro medio (Morin y Feder, 1974; Lincoln, 1974) y en la glándula pituitaria aunque en concentraciones no

significativas (Seiki y cols., 1969).

La progesterona es secretada por el cuerpo lúteo, la corteza adrenal, la placenta y los testículos. Se han descrito efectos facilitatorios, inhibitorios y anticonvulsivantes de la progesterona sobre el Sistema Nervioso Central (SNC) y sobre la conducta. Aunque resulta difícil integrarlos, se describirá brevemente los resultados que se han encontrado para poder explicar de alguna manera los efectos sobre la conducta emocional.

Efectos Facilitatorios.- Por una parte, se han descrito efectos facilitatorios sobre el SNC y la conducta. La progesterona implantada en el hipotálamo basal, formación reticular y área basal preóptica facilitó la conducta de lordosis en la rata (Powers, 1972; Ross y cols., 1971). En el conejillo de Indias, la progesterona implantada en el núcleo ventro medial del hipotálamo en la zona rostral dentro de la región premamilar, también facilitó la conducta de lordosis en las hembras previamente tratadas con estrógenos; en la zona del hipotálamo anterior y región preóptica no tuvo efectos facilitatorios ni inhibitorios sobre la conducta sexual (Morin y Feder, 1974). También se ha observado que la progesterona facilita la conducta maternal (Lehrman, 1961).

Así como la progesterona es capaz de facilitar la conducta, sexual, también es capaz de suprimirla en muchos mamíferos. La progesterona implantada en el cerebro medio cerca de la zona compacta de la sustancia nigra tuvo efectos inhibitorios sobre la conducta de lordosis del conejillo de Indias (Morin y Feder, 1974). En el mono rhesus la progesterona suprimió la conducta

sexual (Michael y cols., 1967).

Efectos Inhibitorios.— Por otra parte, se ha descrito que la progesterona tiene una acción depresora sobre la actividad eléctrica cerebral (EEG), y sobre la actividad unitaria y multiunitaria de estructuras del SNC produciendo sedación, sueño y anestesia (Glück y Bennett, 1981).

La progesterona a dosis altas tuvo efectos anestésicos e hinópticos (Selye, 1942) así como algunos de sus metabolitos (Gyermek y cols., 1967). La aplicación de progesterona directamente dentro del área preóptica en gatas crónicamente implantadas indujo sedación en algunos animales y patrones de sueño tanto electroencefalográficos como conductuales (Heuser y cols., 1967). Se estudiaron los efectos de varias hormonas sobre el EEG y la descarga multiunitaria del núcleo ventromedial del hipotálamo y dorso medial del tálamo. Se observó que la progesterona en la rata produjo una sincronización del EEG y un decremento de la actividad multiunitaria de corta latencia en las estructuras registradas (Eyer y cols., 1974).

Al parecer los efectos depresores de la progesterona son selectivos sobre estructuras cerebrales ante diversos estímulos sensoriales. Se observó que la progesterona inyectada intravenosamente indujo patrones de sueño en el EEG y en la actividad unitaria y multiunitaria del tálamo, mientras que la actividad del hipotálamo fue relativamente independiente de estos cambios. Durante este período las respuestas excitatorias a estímulos sensoriales fueron parcialmente o completamente bloqueadas (Komisaruk y cols., 1967). La inyección lenta de 440 microgramos de progesterona indujo una depresión selectiva en la

respuesta unitaria neuronal del hipotálamo lateral a la estimulación vaginal pero no al dolor o a estímulos cervicales (Barraclough y Cross, 1974).

Asimismo, Lincoln (1974), registró la actividad unitaria del hipotálamo anterior y el EEG de la corteza cerebral en ratas en estado continuo por exposición a la luz durante la influencia de la progesterona. Observó que la infusión de 400 microgramos de progesterona en glicol propileno o etanol causó cambios dramáticos en la actividad unitaria del hipotálamo y cambios en el patrón del EEG. Primero produjo desincronización del EEG (ondas de baja amplitud y frecuencias altas) de uno a dos minutos y luego sincronización (ondas lentas de amplitud alta) con una duración de 30 a 40 minutos.

La sincronización del EEG bajo los efectos de la progesterona, también fue observado por Cervantes y cols., (1979) durante la conducta de beber leche en gatas. Estos autores sugirieron que la progesterona tiene un efecto tranquilizador parecido a la acción que ejercen los tranquilizadores menores.

Efectos anticonvulsivantes.- La progesterona aumenta el umbral de descarga epilépticas. Experimentalmente, se ha demostrado que un foco de penicilina en la corteza cerebral en gatas ovariectomizadas produce descargas epilépticas y convulsiones que son suprimidas por la administración de progesterona, la cual produce un efecto anticonvulsivante (Landgren y cols., 1978).

En la clínica se ha observado en las mujeres con epilepsia, que la incidencia de ataques es baja durante la fase media lútea del ciclo menstrual con un incremento gradual antes, durante y después de la menstruación. Se concluyó que los decrementos

fueron debidos al efecto anestésico de la progesterona, mientras que los incrementos al retiro de la misma (Laidlaw, 1965).

Temperatura Basal.- La progesterona actúa directamente sobre el centro hipotálamico que regula la temperatura basal del cuerpo. Esta se incrementa en la fase postovulatoria y se considera como un signo de que ha ocurrido la ovulación en la mujer (Williams, 1974).

E). EFECTOS DE LAS HORMONAS ESTEROIDES SOBRE OTRAS CONDUCTAS RELACIONADAS CON EL CICLO MENSTRUAL.

La influencia de las hormonas sexuales, estrógenos y progesterona, sobre la actividad del Sistema Nervioso Central y sobre la conducta particularmente la sexual se han descrito anteriormente. Aunque la acción directa de estos esteroides ya sea facilitatorios, inhibitorios o ambos aún esta en discusión, varias observaciones han indicado que las hormonas sexuales participan no solamente en la regulación de la conducta sexual y reproductiva, sino también en otro tipos de conductas que no se relacionan directamente con la conducta sexual, lo cual es importante analizar, ya que es en este sentido donde radica el problema que nos ocupa en este estudio.

Las hormonas esteroides en concentraciones fisiológicas en plasma pueden influir en la excitabilidad del sistema nervioso y provocar diversos efectos fisiológicos, conductuales y emocionales. En seguida, sólo se describirán algunas conductas que se ven alteradas por la acción de las hormonas y que se encuentran relacionadas con el ciclo menstrual.

Ingesta de comida.- Las fluctuaciones en la ingesta de comida en la rata se ha atribuido a la acción de los estrógenos. Se ha

observado que la implantación de éstos sobre el núcleo ventro medial del hipotálamo decrementa la ingesta de comida e incrementa la actividad locomotora. La reducción de la ingesta como respuesta a los implantes de la hormona fue relativamente específica a los estrógenos, mientras que con la progesterona los efectos fueron mínimos (Wade y Zucker, 1973).

En las mujeres con síntomas premenstruales severos y moderados se ha observado cambios en el apetito durante la fase lútea. Estos cambios pueden manifestarse por un deseo incontenible de ingerir alimentos salados, carbohidratos entre otros, o por mucho apetito. La progesterona puede cambiar en la mujer la tolerancia al azúcar, de manera que el nivel de azúcar en al sangre es tal que puede producir un fuerte apetito (Lauersen y col., 1983). Estos cambios pueden estar inducidos por el SNC a través de un proceso hipotalámico que producen cambios metabólicos como resultado de una ingesta anormal de carbohidratos (Bancroft y Bäckström, 1985). Sin embargo, no se ha encontrado una relación clara entre el ansia de carbohidratos y los cambios en el estado de ánimo (ansiedad, depresión, irritabilidad) durante la fase premenstrual (Cohen y cols., 1987; Bancroft y col., 1988)

Cefalea y Migraña.- La migraña y el dolor de cabeza en algunas mujeres también se ha asociado con cambios en los niveles circulantes de hormonas sexuales ya que a menudo, ocurren predeciblemente antes de la menstruación. Aunque a la migraña, con frecuencia se le ha atribuido a la acción de la progesterona, al parecer esta por si sola no es la causante de la migraña menstrual, sino la caída de los estrógenos durante la fase

premenstrual (Somerville, 1971).

Deseo sexual.- El deseo sexual en las mujeres también se ve afectado por las hormonas sexuales durante el ciclo menstrual. Se ha encontrado una correlación entre el cambio de la temperatura basal del cuerpo (un indicador de la ovulación) y la distribución del deseo sexual. Ambos se incrementaron alrededor de la ovulación (Stanislaw y Pice, 1988). Las actividades en la conducta sexual iniciadas tanto por la mujer como por el hombre mostraron un incremento en la fase ovulatoria (Harvey, 1967). Sin embargo, otros estudios no han encontrado una relación tan clara. Hoon y cols., (1982), observaron que no hay una fase específica del ciclo menstrual durante la cual las mujeres tengan más reacción sexual a estímulos eróticos, detectados por medidas fisiológicas.

Sensibilidad.- La visión, la audición, el tacto, el olfato y el gusto muestran variaciones durante el ciclo menstrual. Se ha observado que la sensibilidad olfativa se incrementa alrededor de la ovulación y durante la mitad de la fase lútea, coincidiendo con los niveles de estrógenos y progesterona en plasma. (Doty y cols., 1981). Brown (1983), en una revisión que hizo sobre el tema, encontró que el umbral visual y olfativo en la mujer parece ser más bajo alrededor de la ovulación. El umbral a los estímulos dolorosos, generalmente es más bajo en la fase premenstrual. La función auditiva muestra un pico alrededor de la ovulación y otro en la menstruación. El tacto se decremента en la fase postovulatoria, premenstrual y postmenstrual. El umbral para detectar la sal se incrementa en la fase folicular y se decremента en la fase lútea, y por último, las soluciones

azucaradas son menos agradables en la mitad de la fase lútea.

Ejecución.- El grado de ejecución en diversas pruebas psicológicas que miden entre otras variables el tiempo de reacción para resolver cálculos simples de aritmética, a preguntas simples, a un tono o a una secuencia de tonos de color, etc., también se ve afectado por las hormonas esteroides que circulan en el plasma durante el ciclo menstrual. Creutzfeldt y cols. (1976) observaron que el tiempo de reacción para responder a preguntas simples se lentificó durante la fase lútea, con un máximo en el período premenstrual, dos días antes de la menstruación. El cálculo aritmético fue más rápido durante la fase lútea con un óptimo en la menstruación. Además, observaron que el valor relativo más alto de la frecuencia alfa que se registró durante el período premenstrual, estuvo inversamente correlacionado con cambios en el tiempo de reacción. Becker y cols. (1981 y 1982) observaron que la ejecución óptima (motora y cognitiva) ocurrió en el período periovulatorio, cuando se libera la hormona luteinizante (HL), y un empeoramiento en la ejecución durante la etapa premenstrual. También notaron que el tiempo de reacción fue más corto durante el período periovulatorio y más largo, con un mínimo, en la fase premenstrual. Estos cambios coincidieron con la subida y caída de los niveles de progesterona.

Sueño.- El sueño se ve alterado en la fase premenstrual en mujeres con síntomas premenstruales con más frecuencia que en el resto de la población. Mauri y cols. (1988) observaron que estas mujeres tuvieron sueños displacenteros, despertares frecuentes, imposibilidad para despertarse en el tiempo esperado por la

mañana y una alta actividad mental durante la vigilia antes de dormirse así como al despertarse.

Agresión asociada a las conductas de:

Dominancia .- La dominancia y la conducta agresiva son otros patrones conductuales que se ven influenciados por las hormonas esteroides. En los primates se ha observado que existe una relación entre la dominancia y los ciclos reproductivos. Las hembras de alto rango tienen más hijos que las de bajo rango, ya que estas últimas presentan menos probabilidades de reproducción debido a que las hembras dominantes tienen ciclos reproductivos diferentes y constantemente acosan y agreden a las hembras subordinadas. La agresión y el estrés a que están sometidas constantemente, producen ciclos más cortos, disrupción del ciclo ovulatorio que puede causar anovulación y aborto después de la fertilización. Estos sucesos ponen de manifiesto que los factores ambientales pueden influir favorable o desfavorablemente en los ciclos reproductivos en las hembras que viven en grupos sociales (Dumbar y Dumbar, 1977).

Sexual.- Se ha descrito que los patrones de agresión intragrupo están asociados con cambios en la actividad sexual y con el ciclo menstrual. Se observó que las hembras recibieron mayor frecuencia de ataque por parte de los machos antes de la menstruación. La administración de estrógenos a hembras ovariectomizadas decrementó la agresión de los machos y no hubo cambios significativos en la agresión de las hembras. La administración de estrógenos más progesterona no produjo cambios significativos en la agresión de los machos, pero las hembras la incrementaron significativamente, debido a los intentos de monta

por parte de los machos, a los cuales ellas respondieron con rechazos. En las hembras ovariectomizadas sus niveles de agresión fueron bajos al igual que la de los machos. La administración de progesterona sola, no tuvo efectos sobre la agresión de ambos sexos. Este autor sugirió que el componente de la agresividad de las hembras a las que se les administraron hormonas fue debida a una acción directa del estradiol que junto con la progesterona actuaron sinérgicamente para realzar la agresividad en las hembras (Michael y Zumpe, 1970).

Maternal.- Durante la preñez, el período postparto y la lactancia las hembras de muchas especies incrementan la conducta agresiva asociada a estímulos sociales, lo cual implica una influencia hormonal sobre la conducta. Se ha observado en los primates que durante la preñez, después de 100 días de la gestación, las hembras incrementaron la agresión de contacto significativamente (Michael y Zumpe, 1970). Después del parto, la agresión es orientada hacia cualquier intruso que amenace a las crías, lo cual indica que hay estímulos sociales, asociados con el estado hormonal de las hembras, que provocan este tipo de conducta a la que se le ha llamado agresión maternal (Moyer, 1974).

Estrés.- El estrés a que están sometidas algunas mujeres también afecta al ciclo menstrual. Dada la relación entre el sistema nervioso y el endocrino, diversos acontecimientos y situaciones así como la manera de vivirlos, pueden tener efectos sobre el ciclo menstrual. Las señales del cerebro que regulan las oscilaciones de las hormonas son sensibles al estrés y como los trastornos menstruales están relacionados con fluctuaciones

hormonales, las condiciones de estrés pueden agudizar los trastornos. El estrés inhibe la producción de hormonas y una inadecuada cantidad de estas en la circulación puede provocar un desequilibrio en los niveles hormonales (Iglesias y cols., 1987). En una situación estresante, la progesterona es convertida a corticosteroides los cuales son necesarios para el organismo para afrontar la situación., lo que produce un decremento en los niveles de hormonas circulantes.

En las mujeres, el cambio de ambiente o el estrés afecta al ciclo menstrual en forma semejante al que se observa en los primates como se mencionó anteriormente. Matsumoto y cols., (1979), observó que el cambio de ambiente al ingresar a la escuela produjo cambios en los ciclo menstruales de muchas mujeres. Al parecer la hormona luteinizante (HL) no se libera en la cantidad adecuada y ésta falta de estimulación suficiente de HL produce ciclos anovulatorios, amenorrea o ciclos ovulatorios prolongados.

En un estudio que se realizó para ver los efectos de un examen sobre el ciclo menstrual de las chicas que lo habrían de realizar, se vio que la mitad de las chicas mostraron alteraciones del ciclo menstrual; muchas lo tuvieron más largo, otras más corto, algunas no menstruaron y muchas estaban menstruando el día del examen (Dalton, 1969). El estrés físico también provoca alteraciones en el ciclo menstrual como se ha comprobado en estudios realizados con atletas femeninas, en las que se ha observado que el entrenamiento, el bajo peso y el agotamiento les produce amenorrea (Carlberg y cols. 1983).

F). EFECTOS DE LAS HORMONAS GONADALES SOBRE LA CONDUCTA EMOCIONAL ASOCIADOS AL CICLO MENSTRUAL.

Se ha mencionado anteriormente que los estrógenos y la progesterona actúan sobre el hipotálamo, área preóptica, estructuras del sistema límbico y la formación reticular, cuyos efectos sobre la actividad del SNC son facilitatorios e inhibitorios. Estas hormonas también influyen sobre la conducta emocional produciendo fluctuaciones cíclicas durante el ciclo menstrual, aunque sus efectos no son muy claros a pesar de las diversas investigaciones que han abordado el problema. La literatura al respecto es confusa y heterogénea, lo cual dificulta más el problema y la confusión tal vez se deba a las diversos métodos empleados (Rubinow y Roy-Byrne, 1984; Dennerstein y cols., 1984).

La mayoría de las mujeres experimentan una serie de alteraciones psicológicas y somáticas unos días antes de iniciarse la menstruación que suelen disminuir o desaparecer por completo una vez que se produce el flujo menstrual. Se ha descrito que la depresión, la irritabilidad, la ansiedad y la tensión son las alteraciones emocionales más frecuentes que presentan algunas mujeres durante las etapas premenstrual y menstrual. Estos síntomas van acompañados de una disminución en la concentración, en la habilidad motora, en los niveles de atención y una lentificación del tiempo de reacción (Dalton, 1969). Cuando estas modificaciones afectan a todo el organismo y son lo suficientemente importantes como para alterar el estado normal de la mujer, constituyen el síndrome Premenstrual. (Iglesias y cols., 1987). Estos cambios que afectan

emocionalmente a las mujeres durante las etapas premenstrual y menstrual también repercuten en sus relaciones interpersonales.

Los estudios realizados por Dalton K. (1960 b) en escuelas, fábricas, oficinas, hospitales y reclusorios mostraron que las faltas de disciplina tanto en estudiantes de secundaria como en reclusas, así como la disminución en la habilidad motora y del rendimiento académico de estudiantes y de oficinistas se relacionan con los períodos premenstrual y menstrual. Asimismo, se observó que el número de mujeres admitidas en los hospitales psiquiátricos es mayor en los períodos premenstrual y menstrual (Dalton, 1960 a; Glass y cols., 1971). Los intentos de suicidio también son más frecuentes durante estas mismas etapas (Mandell y Mandell, 1967; Glass y cols., 1971; Gómez Ruiz y Saucedo, 1978).

Los cambios en el estado de ánimo que manifiestan algunas mujeres durante el ciclo menstrual se han atribuido a la acción de las hormonas gonadales (estrógenos y progesterona). En 1931, Frank fue el primero en utilizar el término de Tensión Premenstrual para describir un síndrome de fatigabilidad, irritabilidad, falta de concentración y dolor asociado con la fase premenstrual del ciclo. El atribuyó por primera vez la causa a las hormonas en particular a la acción de los estrógenos.

Desde entonces, se han propuesto diversas teorías relacionadas con los niveles hormonales en sangre para explicar las causas de los trastornos premenstruales: entre las más representativas se encuentran las siguientes:

a).- Una insuficiencia de progesterona durante la fase lútea (Dalton, 1964; Munday y Brush, 1977).

- b).- Un incremento de progesterona en la mitad de la fase lútea (Greena y Dalton, 1953; O'Brien y cols. 1980; Watts y cols. 1985).
- c).- Un decremento de progesterona de la mitad al final de la fase lútea (Bäckström y Carstensen, 1974; Bäckström y cols. 1976; Munday y cols. 1981).
- d).- Ninguna anormalidad en la secreción de progesterona (Andersch y cols. 1977, 1979; Taylor, 1979).
- e).- Elevados niveles de estrógenos y cambios en la proporción de estrógenos/progesterona durante la fase lútea (Bäckström y Carstensen, 1974; Bäckström y Mattsson, 1975; Bäckström y cols. 1976; Munday y cols. 1981).
- f).- Niveles normales de estrógenos y rangos normales de la proporción de estrógenos/progesterona (Taylor, 1979).
- g).- Elevados niveles de la hormona folículo estimulante (HFE) de la mitad al final de la fase lútea (Bäckström y cols. 1976).
- h).- Elevados niveles de hormona luteinizante (HL) con respecto a los controles (Watts y cols. 1985).

Es evidente que los estrógenos y la progesterona tienen efectos directos sobre la actividad del SNC, pero es difícil explicar los cambios en el estado de ánimo que ocurren en la fase premenstrual en términos de la variación en los niveles hormonales de estas dos hormonas. Las teorías que se han propuesto son inconsistentes y contradictorias.

En una revisión sobre el síndrome premenstrual realizada por Bancroft y Bäckström (1985), mencionan que hay una consistencia con los efectos excitatorios del estradiol y la manifestación de sentimientos positivos en el estado de ánimo o su mejoramiento

durante la fase folicular y que se relacionan con el pico de estradiol en la fase preovulatoria. Sin embargo, durante la fase lútea se pierde esta consistencia, pues se incrementa el estado de ánimo negativo durante la subida y caída de los estrógenos y de la progesterona. Estas observaciones han permitido considerar la proporción de estrógenos y de progesterona como una variable crucial. Además, hay una considerable variación entre un estudio y otro en la relación entre los niveles de estradiol o de progesterona y la presencia o grado de síntomas premenstruales. Se han encontrado bajos niveles de progesterona durante la fase lútea en mujeres con síntomas premenstruales, mientras que hay casos bien controlados de mujeres con severos síntomas, con niveles de estrógenos y de progesterona relativamente altos o normales. Estos autores concluyen que aún no se cuenta con un método satisfactorio que permita medir la sensibilidad del sistema nervioso central y de las estructuras relacionadas, a la acción de los esteroides que circulan en la sangre.

Como se mencionó anteriormente, las hormonas gonadales influyen sobre el SNC y la acción de estos esteroides se pueden reflejar en la actividad electroencefalográfica (EEG), lo que ha permitido analizar los cambios que ésta manifiesta durante diversos estados fisiológicos y conductuales. Por lo tanto, es necesario describir brevemente las características de la actividad EEG en el humano y las variaciones que presenta durante el ciclo menstrual.

ACTIVIDAD ELECTRICA CORTICAL (EEG)

a).- DESCRIPCION GENERAL DEL EEG

En este capítulo se describirá los aspectos básicos de la actividad eléctrica cortical espontánea, así como los trabajos relevantes realizados con el fin de observar los cambios que ésta sufre durante el ciclo menstrual.

La electroencefalografía (EEG) es una técnica que permite registrar la actividad eléctrica espontánea del cerebro y ha sido de gran utilidad en el estudio del funcionamiento del Sistema Nervioso Central. Esta técnica ha mostrado ser útil en diversas investigaciones que han relacionado la actividad EEG con la conducta, tanto en animales como en el hombre.

El EEG abarca, aproximadamente, un rango de frecuencias entre los 0.5 y los 50 Hz, con una amplitud entre 5 y 200 microvolts. La actividad eléctrica cerebral se ha clasificado en cuatro bandas principales en base a su frecuencia, morfología, amplitud y el estado conductual en el que aparecen.

Ritmo Delta (δ). El ritmo delta tiene el rango de frecuencias más lento, entre 0.5 y 3.5 Hz y la mayor amplitud de las bandas del EEG. Se registra preferentemente en las regiones anteriores (fronto-temporal) de la corteza. Es un ritmo característico de las fases III y IV del sueño. Solamente se observa visualmente durante la vigilia en condiciones patológicas.

Ritmo Theta (θ). El ritmo theta tiene una frecuencia entre 4 y 7 Hz, con alta amplitud, se registra preferentemente en las regiones temporales y parietales. En el hombre se observa mediante inspección visual durante el sueño y en vigilia en algunos casos de patología cerebral.

Ritmo Alfa (α). El ritmo alfa abarca un rango de frecuencias entre 8 y 12 Hz, con una amplitud alrededor de 100 microvolts y aparece en forma de husos o trenes. Se ve muy claramente en zonas posteriores de la corteza y principalmente en estados de relajación con los ojos cerrados, aunque en algunas personas no aparece.

Ritmo Beta (β). Se considera que el ritmo beta abarca un rango de frecuencias entre los 13 y 30 Hz. Tiene una baja amplitud y aparece preferentemente en zonas anteriores de la corteza cerebral. Este ritmo es característico de los adultos en estado de vigilia y se ha relacionado con el alertamiento y la reacción de orientación ante estímulos externos.

Clásicamente se ha descrito una relación inversa entre los ritmos alfa y beta. Al abrir los ojos o prestar atención a un estímulo externo, la actividad alfa se atenúa, mientras la proporción del ritmo beta se incrementa. Este incremento de beta y disminución de alfa ha sido considerado como un índice del nivel de activación cerebral.

Además de la inspección visual, hay otras técnicas computarizadas para obtener mayor información del EEG como es la Transformada Rápida de Fourier, que permite descomponer la señal de EEG en las diferentes frecuencias que la componen o espectro de potencia. Esta técnica, además de proporcionar la potencia absoluta ya sea de cada frecuencia aislada o de frecuencias agrupadas en bandas, proporciona información sobre la activación local cerebral. Existen dos métodos muy similares para obtener información acerca de la relación funcional entre dos zonas

corticales como son el análisis del espectro de coherencia y el análisis de correlación entre dos señales que dan información, tanto sobre el grado de semejanza morfológica, como de polaridad y fase en tiempo (Harmony y cols. 1973; Shaw, 1984).

Partiendo de la base de que la actividad electroencefalográfica (EEG) refleja los procesos neurofisiológicos subyacentes, se ha considerado que una actividad neuronal compartida por dos áreas corticales se refleja en una actividad EEG muy parecida, y en la medida en que los procesos neurofisiológicos subyacentes sean diferentes, las dos señales EEG también lo serán, lo cual quiere decir, que mientras mayor sea la relación funcional entre dos áreas, más semejante será su actividad (Grindel, 1982; Shaw, 1984).

Los análisis de coherencia o de correlación proporcionan esta información por lo que se han utilizado para investigar la organización funcional entre dos zonas de la corteza o entre diversas áreas corticales (Shaw y cols. 1977; Beaumont y cols. 1978; Grindel, 1982; Shaw, 1984). Su empleo ha mostrado que el grado de correlación cambia de un estado fisiológico a otro, lo cual permite discriminar los cambios en la organización funcional que acompañan a cada estado.

Durante el ciclo menstrual ocurren diversos cambios, tanto hormonales como conductuales, por lo que consideramos que la aplicación de este tipo de análisis al estudio de la actividad EEG asociada al ciclo menstrual, puede ser muy útil para investigar los posibles cambios funcionales que ocurran durante el mismo. Aunque no hay antecedentes de su empleo para estudiar este fenómeno en la mujer, sí los hay sobre la frecuencia y la

potencia de la diferentes bandas del espectro. Los trabajos que se han realizado en esta area son muy escasos como se podrá ver en seguida.

b).- EEG DURANTE EL CICLO MENSTRUAL

Las hormonas esteroides influyen sobre el Sistema Nervioso Central (SNC) y sus efectos se pueden reflejar en la actividad eléctrica cortical (EEG) como se mencionó anteriormente. En esta sección, se describirá las investigaciones que se han realizado utilizando el registro de EEG como un método para analizar los cambios en la actividad cortical asociados con las fluctuaciones cíclicas en los niveles plasmáticos de hormonas gonadales (estrógenos y progesterona) durante el ciclo menstrual en la mujer.

Desde hace más de cincuenta años, se han publicado, esporádicamente, trabajos experimentales que describen cambios importantes en las frecuencias de la actividad del EEG relacionados con el ciclo menstrual. En las primeras investigaciones se compararon registros de frecuencias del EEG antes y después de la ovulación, así como antes y después de la menstruación. Lindsley y Rubenstein (1937), estudiaron los potenciales cerebrales, el ritmo cardíaco, la presión sanguínea y el metabolismo. Encontraron que en cuatro casos la frecuencia de alfa variaba a mediados del período menstrual. Dusser De Barenne y Gibbs (1942), registraron diariamente, en 11 mujeres, la actividad eléctrica de la corteza en las áreas frontal, parietal y occipital durante el ciclo menstrual y observaron que el espectro de frecuencia variaba día a día. En 8 de los casos la frecuencia del ritmo alfa mostró cambios a mitad del ciclo,

posiblemente relacionados con la ovulación. En 7 de los 11 casos la frecuencia de alfa se lentificó a mediados de la menstruación o un día después de haberse iniciado el flujo menstrual. En base a los resultados supusieron que los cambios en el estado de ánimo y en la eficiencia comunmente asociados con el período menstrual, podrían estar relacionados a modificaciones en la función nerviosa central, las cuales se pueden manifestar en cambios en la actividad eléctrica de la corteza.

Además del ritmo alfa, también se han estudiado los ritmos theta y beta. Pitot y Gastaut (1954) observaron que el ritmo alfa se lentifica durante los períodos post-ovulatorio y menstrual, lo cual confirmó los estudios anteriores, pero al mismo tiempo observaron que el ritmo theta se incrementa y beta disminuye. En los períodos anteriores a la ovulación y a la menstruación se incrementa la frecuencia del ritmo alfa, desaparece theta y se incrementa beta.

En otro estudio se analizaron los cambios en la frecuencia alfa del EEG, en la respiración y en la presión sanguínea en las etapas del ciclo menstrual de 48 mujeres divididas en un grupo control de 23 y otro experimental de 25. El grupo experimental estaba formado por mujeres con síntomas marcados de tensión premenstrual. El grupo control presentó cambios mínimos en la frecuencia del EEG, observándose un ligero incremento de la actividad en la mitad del ciclo y a finales del período premenstrual, a diferencia del grupo experimental que mostró cambios marcados en la actividad rápida en los mismos períodos. La actividad lenta se observó en el período post-ovulatorio y en la menstruación. La presión sanguínea aumentó y la frecuencia

respiratoria disminuyó a mitad del ciclo y a finales del período premenstrual. Estos cambios coinciden con la frecuencia rápida en la actividad cortical. (Jost y Hills, 1950).

Con el objetivo de confirmar los resultados anteriores y de investigar si las mujeres que presentan síntomas de tensión premenstrual, muestran cambios en el EEG, Lamb y col. (1953) registraron la actividad del EEG en las áreas fronto-parietal izquierda y derecha de la corteza cerebral. En un grupo control formado por cinco mujeres sin síntomas premenstruales y otro de cinco con marcados síntomas de tensión premenstrual, analizaron cuatro registros de EEG en cada mujer; 24 horas después del sangrado, dentro de las 24 horas de la ovulación, tres días antes del sangrado y un día antes de la menstruación. En ambos grupos se observó un incremento de la frecuencia del ritmo alfa en la ovulación y una disminución significativa en la menstruación. Los resultados confirmaron los reportes anteriores de cambios en el EEG relacionados con el ciclo menstrual y además indicaron que las manifestaciones de la tensión premenstrual no producen un efecto mayor que el observado en las mujeres sin tensión premenstrual, a pesar de que las mujeres del grupo experimental mostraron una marcada labilidad emocional a través de sus ciclos y en general fueron menos asertivas.

Posteriormente, sólo se han realizado algunos estudios experimentales relacionados con el ciclo menstrual que utilicen análisis más sofisticados de la actividad del EEG.

Gautray (1969), estudió las variaciones en el espectro de potencia y la proporción del ritmo theta y alfa del EEG durante un ciclo normal ovulatorio y otro anovulatorio restaurado con la

administración de hormonas. Utilizó un análisis cuantitativo por computadora para calcular la función de autocorrelación, el espectro de potencia y la proporción de las bandas de theta y alfa en relación al área del espectro total (25 Hz.). En 50000 ciclos, observó que la potencia relativa del ritmo theta fue mayor durante la fase proliferativa y menor después de la ovulación. Los valores de la potencia relativa de alfa fueron muy bajos inmediatamente antes de la ovulación y mucho más altos al final del ciclo.

Al parecer, el ritmo alfa es la banda que ha mostrado cambios más evidentes durante el ciclo menstrual. En un estudio realizado por Wuttke y cols. (1975) registró el EEG en el área temporo-central en 32 mujeres y analizó el ritmo alfa en el componente lento dentro del rango de 8 - 10.5 Hz y el rápido de 10.5 - 13 Hz. Estudió, en la mitad de las mujeres un ciclo menstrual espontáneo y con las restantes un ciclo controlado por la administración de anticonceptivos orales. En el ciclo espontáneo, la potencia absoluta del ritmo alfa rápido, mostró un incremento durante la fase lútea y el cociente entre la potencia del alfa rápido sobre el alfa lento fue menor en la fase folicular, los cuales se relacionaron con los niveles séricos de progesterona. El componente rápido se decrementó bruscamente de uno a dos días antes de la menstruación. En el ciclo controlado, la potencia de alfa en los dos componentes fue uniforme y el único cambio que se observó fue una ligera aceleración un día o dos antes de la menstruación.

Creutzfeldt y cols. (1976) analizaron la potencia de las bandas de alfa, theta y beta, así como los niveles hormonales en

sangre y la evaluación psicológica durante el ciclo menstrual. Registraron el EEG en las áreas occipito-centrales y temporo-centrales en 16 mujeres jóvenes durante un ciclo menstrual espontáneo y en 16 mujeres a quienes se les controló el ciclo con anticonceptivos orales. Obtuvieron el espectro de potencia por medio de la Transformada Rápida de Fourier, de 191 segmentos con 2.56 segundos de duración y otro de 1.28 seg. La frecuencia de resolución fue de 0.391 c/seg con una frecuencia límite de 31.28 c/seg. El espectro de potencia se dividió en theta, alfa y beta. Además, para cada frecuencia de banda determinaron la potencia y la frecuencia media pesada. El espectro de potencia mostró un claro decremento en la frecuencia del alfa lento (abajo de los 10 c/seg) antes de la menstruación. En el ciclo espontáneo, el cambio más consistente que observaron fue un ligero incremento en la media de la frecuencia de alfa durante la fase lútea hasta la menstruación, pero no se relacionó directamente con el incremento en los niveles de progesterona. No ocurrió lo mismo en el ciclo controlado, pero sí observaron que la media de la frecuencia fue más lenta que en el otro grupo. La potencia de theta y la frecuencia media registrada en el área temporo-central se decrementó ligeramente durante la fase lútea hasta la menstruación. En el área occipito-central ocurrió lo mismo pero sólo con la potencia y fue durante la ovulación. No observaron diferencias significativas en ninguno de los ciclos en la potencia ni en la frecuencia media de la banda de beta.

En otro estudio, se compararon dos registros de EEG, uno en la fase premenstrual y otro en la ovulación. Cinco mujeres no mostraron diferencias significativas visuales en los dos

registros, ocho mostraron un incremento significativo en la frecuencia media del ritmo alfa en la fase premenstrual y 17 mostraron un incremento en la amplitud media de alfa. Tanto la actividad theta como los paroxismos fueron muy comunes en los registros premenstruales como una respuesta anormal a la hiperventilación. Los resultados se relacionaron con los cambios subjetivos en el estado de ánimo en la fase premenstrual detectados en las pruebas y con la tendencia de ciertas mujeres que padecen epilepsia a presentar ataques solamente alrededor de la menstruación (Leary y cols., 1979).

En un estudio similar al realizado por Wuttke y cols. (1975) y Creutzfeldt y cols. (1976), se investigaron los cambios electrofisiológicos y psicológicos inducidos por las hormonas esteroides en 16 mujeres durante un ciclo menstrual normal y en otro controlado por anticonceptivos orales. A diferencia de los estudios anteriores, las mujeres fueron sus propios controles, es decir, una vez que se terminó de registrar el ciclo normal, a éstas mismas mujeres se les administró anticonceptivos orales. También se estudiaron los cambios que pudieran presentar 30 hombres con la administración de hormonas (progesterona, estradiol, andrógenos y placebo). Se registró el EEG en el área centro-occipital derecho y temporo-central izquierdo y occipital y también se registró el electrocardiograma. Se analizó el espectro de potencia total y relativa y la frecuencia media pesada (media geométrica del área sobre cada banda en Hz) de cada banda del EEG. En el ciclo normal, se observaron incrementos significativos en la frecuencia de alfa y el ritmo cardíaco durante la fase lútea, mientras las frecuencias y la potencia del

ritmo theta se decrementó comparado con la fase folicular. La potencia relativa de alfa fue significativamente más baja en el ciclo controlado. En ambas condiciones, no se observaron cambios significativos en la potencia relativa de beta. La frecuencia ponderada del ritmo theta fue más alta en la fase folicular que durante la fase lútea, cambiando alrededor de la ovulación. En cambio, en el ritmo alfa se observó un efecto opuesto, las frecuencias fueron más bajas durante la fase folicular, se incrementaron alrededor de la ovulación y todavía fueron más altas durante la mitad de la fase lútea disminuyendo alrededor de la menstruación. En los hombres se observó que solamente el compuesto progestacional reveló cambios significativos en el EEG, que fueron cualitativamente muy similares a los observados durante la fase lútea en las mujeres. La frecuencia de theta se decrementó ligeramente con el tratamiento de progesterona mientras que las frecuencias de alfa y beta se aceleraron significativamente. Se concluyó que las hormonas esteroides, sobre todo los compuestos progestacionales, tienen efectos sobre la actividad del sistema nervioso central, la cual aparentemente modula el EEG y la conducta y se refleja en la actividad de las bandas de theta y alfa (Becker y cols., 1980).

Becker y cols. (1982) posteriormente repitieron el estudio anterior en las mismas condiciones analizando las cuatro bandas que se usan en la práctica clínica. Además, los datos los analizaron con un método de análisis de factores con el que se obtienen siete frecuencias que se pueden definir como dimensiones independientes (Elmqren y Lowenhard, 1969): el factor delta (0.5 - 2.0 Hz), el factor theta (2.5 - 6 Hz), tres

componentes del factor alfa: alfa 0 (6.5 - 9 Hz.), alfa 1 (9.5 - 10.5 Hz.) y alfa 2 (11 - 13 Hz.) y dos factores de beta: beta 1 (13.5 - 22 Hz.) y beta 2 (22.5 - 30 Hz.). En el ciclo normal, observaron que la frecuencia media de la banda de theta se incrementó durante la fase lútea mientras que la frecuencia media de alfa se incrementó ligeramente antes de la ovulación y más a mediados de la fase lútea. La banda de beta no mostró cambios significativos. En el ciclo controlado no observaron cambios en las bandas descritas anteriormente. Además, con las nuevas frecuencias obtenidas del análisis de factores, calcularon la media de la potencia y de la frecuencia y obtuvieron los coeficientes de la correlación entre los diferentes períodos del ciclo, los niveles hormonales y la temperatura basal del cuerpo. El coeficiente para la frecuencia de theta fue mayor durante la fase folicular cuando se comparó con la fase lútea y fue significativamente más alta en la etapa menstrual comparada con la fase lútea, y se correlacionó inversamente con la temperatura basal del cuerpo y con los niveles de progesterona. La frecuencia de alfa 0 fue significativamente alta durante la fase folicular comparada con bajos valores en la etapa perimenstrual y la potencia de esta banda fue alta durante la fase folicular y se correlacionó con con bajos niveles de progesterona, comparado con altos niveles de progesterona en la fase lútea. La potencia de alfa 1 se decrementó en la fase periovulatoria asociada con altos niveles de HL. La banda de alfa 2 no mostró cambios significativos en el ciclo controlado. La potencia absoluta de las bandas de beta 1 y 2 fue significativamente más alta durante la fase folicular que en la fase lútea y se asoció con bajos

niveles de progesterona y baja temperatura, lo cual indicó que la banda de beta estuvo también muy influenciada por los cambios hormonales. Estos autores concluyeron que los cambios observados en el incremento de la frecuencia de alfa en el EEG pueden ser atribuidos a una activación del sistema noradrenérgico, el cual se conoce que está involucrado en la retroalimentación de las hormonas esteroides.

En las mujeres embarazadas también se han observado cambios electroencefalográficos durante la preñez. Gibbs y Reid (1942) observaron en 28 mujeres embarazadas que el espectro de frecuencia de la actividad cortical registrada en las áreas frontal, parietal y occipital se lentificó durante la preñez, y la frecuencia mostró una actividad rápida de alto voltaje después del parto.

RESUMEN

En resumen, los resultados más consistentes que se han descrito son con el ritmo alfa. La frecuencia y la potencia de esta banda se incrementa durante la fase lútea y se decrementa con la menstruación. En cambio, los resultados de la banda de theta y de beta son menos consistentes. Por una parte, la frecuencia de banda de theta se incrementa en los períodos post-ovulatorios y menstrual y la potencia y la frecuencia media de esta misma banda, también se incrementa durante la fase lútea hasta la menstruación, y por otra parte, la frecuencia ponderada de theta es más alta durante la fase folicular que en la lútea.

La potencia de beta y beta 2 se incrementa más durante la fase folicular que en la lútea y se ha relacionado con bajos niveles de progesterona.

c).- POTENCIALES PROVOCADOS Y CICLO MENSTRUAL

Los potenciales provocados registrados en la corteza cerebral también muestran variaciones durante el ciclo menstrual, aunque son pocos los trabajos que se han realizado al respecto, brevemente se describirá los resultados que se han encontrado.

Abramovitz y Dubrousky (1980) estudiaron la actividad de la variación contingente negativa (VCN) que se registra en la zona del vértex, en un grupo de cinco mujeres durante un ciclo menstrual y los resultados los compararon con los obtenidos en cinco hombres. La amplitud del potencial VCN mostró cambios en las mujeres durante la fase folicular y correspondieron con altos niveles de estrógenos en la sangre, mientras que las amplitudes bajas se registraron durante la fase lútea y correspondieron con altos niveles de progesterona. Los hombres no mostraron variaciones significativas en este potencial. Estos autores concluyeron que las diferencias en la amplitud del VCN observados durante las diferentes fases del ciclo menstrual están relacionadas con los efectos de los esteroides ováricos y /o sus metabolitos sobre el SNC.

En otro estudio, se analizaron los cambios en el potencial provocado auditivo P50 y los cambios en el estado de ánimo en 12 mujeres, 8 estudiantes sin síndrome premenstrual y 4 sin síntomas. Se midió el potencial un día antes de la menstruación y nueve días después de la iniciación de sus ciclos. Se observó que todas las mujeres mostraron un decremento del potencial auditivo P50, similar al que ocurre con los hombres y que estuvieron dentro del rango normal. Todas las mujeres con síntomas

premenstruales y cuatro de las ocho estudiantes mostraron marcada alteración en el estado de ánimo. Sin embargo, estos cambios no se relacionaron con las repuestas auditivas durante los periodos registrados. Los resultados indicaron que los flujos hormonales en el periodo premenstrual no afectan los mecanismos inhibitorios y excitatorios del SNC que están involucrados en la respuesta del potencial P50 a los estímulos auditivos (Walde y cols., 1987).

Fleck y Polich (1988), estudiaron los potenciales relacionados a eventos (ERPs) provocados con un paradigma de discriminación auditiva, en 20 mujeres divididas en un grupo control y otro que tomaba anticonceptivos orales. Se midieron los potenciales el primer día de la menstruación y a la mitad del ciclo; analizaron la amplitud y la latencia de los componentes N1, P2, N2 y P3 (T300). En los dos grupos de mujeres no observaron diferencias significativas en la amplitud o en la latencia en ninguno de los componentes en función del ciclo menstrual. Concluyeron que el ciclo menstrual y el uso de anticonceptivos orales no afectaron el potencial P300 ni los otros componentes (ERP) relacionados.

HIPOTESIS

Los estudios mencionados anteriormente muestran que las hormonas sexuales, estrógenos y progesterona, influyen sobre la actividad del Sistema Nervioso Central y sobre la conducta no solo sexual y reproductiva. La acción directa de estos esteroides tanto facilitatoria como inhibitoria se refleja en la actividad electroencefalográfica, la cual, muestra variaciones a lo largo del ciclo menstrual. Además, influyen en otro tipo de conductas que no se relacionan directamente con la sexual, pero que se ven afectadas por los niveles hormonales. Tal es el caso de la conducta emocional que muestra cambios cíclicos durante el ciclo menstrual, particularmente en las etapas premenstrual y menstrual. La causa de estas fluctuaciones ha sido atribuida a la acción de las hormonas sexuales, sin embargo, las teorías que se han propuesto son inconsistentes y contradictorias probablemente debido a problemas metodológicos, por lo cual, la acción de estas hormonas sobre la conducta emocional aún no es clara.

Dada la complejidad del fenómeno, los problemas metodológicos que existen y la dificultad para estudiar el sustrato neurofisiológico que está involucrado en los trastornos menstruales, es necesario contar con otros parámetros psicofisiológicos que permitan analizar objetivamente los cambios que ocurren durante el ciclo menstrual en la mujer.

Uno de los métodos que se han utilizado para estudiar los cambios durante el ciclo menstrual es el análisis de la actividad EEG, aunque existen pocas investigaciones al respecto, los resultados que se han encontrado, muestran que la frecuencia y la

potencia de la actividad EEG cambian durante el ciclo menstrual.

Es posible que durante el ciclo menstrual no cambie únicamente el grado activación cortical reflejado por los cambios en la potencia y en las frecuencias del EEG, sino que cambian también las relaciones funcionales entre zonas corticales de un hemisferio en relación al otro (correlación interhemisférica) y entre zonas de un mismo hemisferio (correlación intrahemisférica).

La correlación de la actividad EEG cambia de un estado fisiológico a otro, lo cual permite discriminar los cambios en la organización funcional que acompañan a cada estado, por lo tanto consideramos que sería útil emplear este tipo de análisis para estudiar dichos cambios. El análisis de la correlación puede ser un parámetro sensible a la acción de las hormonas gonadales sobre el sistema nervioso central, que no ha sido aplicado para investigar el ciclo menstrual en la mujer.

Con base en los antecedentes mencionados, se plantea la hipótesis, que durante el ciclo menstrual en la mujer, se observarán cambios en la correlación interhemisférica e intrahemisférica de la actividad electroencefalográfica, además de los cambios en la potencia absoluta y relativa.

OBJETIVO

El objetivo del presente estudio es analizar las potencias absoluta (PA) y relativa (PR) y la correlación inter e intrahemisférica de la actividad EEG durante un ciclo menstrual en un grupo de mujeres.

METODO

A).-SUJETOS

En el estudio participaron 9 mujeres voluntarias, con un rango de edad entre los 20 y 34 años (\bar{X} =27.11), estudiantes o profesionistas del área de Psicología. Todas las mujeres presentaron ciclos menstruales regulares de $28 + / - 2$ días y ninguna de ellas se encontraba tomando anticonceptivos orales. Se excluyeron aquellas mujeres que: hubieran recibido golpes fuertes en la cabeza y /o tuvieran problemas neurológicos; tomaran medicamentos que se conozca que afecten el EEG y que tuvieran alteraciones del ciclo vigilia-sueño.

Se informó que participarían en un experimento en el cual se les iba a registrar el EEG cada tercer día durante un ciclo menstrual que abarcaría un total de 12 registros en un mes. Además, se les aplicaría un cuestionario al empezar el experimento.

B).- CUESTIONARIO

El cuestionario aplicado a las mujeres que participaron fue el de Síntomas Premenstruales y Menstruales modificado de Chesney y Tasto (1975) para evaluar si las mujeres participantes mostraban síntomas premenstruales o durante la menstruación.

C).- PERIODOS DEL CICLO MENSTRUAL

Para determinar el período ovulatorio, el cual se ha descrito que es bastante constante y que ocurre alrededor del día $14 + / - 2$ (Ferin y cols., 1973) y siendo el sangrado menstrual el único indicador del ciclo, se procedió a dividirlo siguiendo un procedimiento de conteo regresivo a partir del primer día de la

menstruación. De esta forma, cada ciclo individual se dividió en cinco periodos: Menstruación (MEN), que abarcó cinco días que es la duración promedio del sangrado; Premenstrual (PRM), que comprendió los cinco días que inmediatamente antecedieron a la menstruación; Ovulación (OVU), 2 días antes y 2 después del día 14. Los periodos posteriores a la menstruación Post-menstrual (POM), y a la ovulación, Post-ovulación (POV), fueron los únicos variables en cuanto al número de días ya que dependieron de la duración del ciclo individual de cada mujer que participó en el experimento. (Fig. 3).

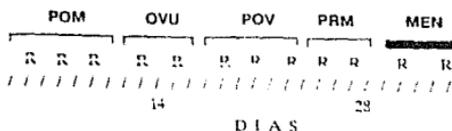


Fig. 3. Número de días y periodos en que se dividió el ciclo menstrual, con el método de conteo regresivo a partir del primer día de la menstruación. POM (Post-menstrual), OVU (Ovulatorio), POV (Post-ovulatorio), PRM (Premenstrual) y MEN (Menstrual). Se indican los registros (R) de la actividad EEG durante estos periodos.

D).- PROCEDIMIENTO

El experimento se llevó a cabo en 12 sesiones, de aproximadamente una hora de duración, entre las 16.00 y 20.00 horas, durante un ciclo menstrual completo, el cual se desarrolló de la siguiente manera:

a).- Colocación de electrodos.

La actividad electroencefalográfica (EEG) fue registrada en forma monopolar por medio de electrodos colocados en las derivaciones F3, F4, C3, C4, O1, O2, P3, y P4 referidos a la oreja ipsilateral, de acuerdo al Sistema Internacional 10-20 (Jasper, 1958). La impedancia de los electrodos tuvo un máximo de 10 Kohms.

Posteriormente a la colocación de los electrodos, las mujeres participantes eran situadas en un cuarto sonoamortiguado, sentadas en una silla en estado de reposo. Se les indicó que procuraran no mover los ojos durante el registro.

b).- Registro y captura de EEG.

El EEG fue registrado en un polígrafo Grass modelo 8-16E de 8 canales con frecuencias de corte de 1 y 35 Hz. La señal de EEG fue registrada en estado de reposo durante dos condiciones: ojos abiertos y ojos cerrados. La captura se hizo en línea por medio de una computadora tipo PC, a través de un convertidor analógico/digital de 8 canales, con 12 bits de resolución y un rango de voltaje de -1 a +1 volt. (Guevara y Zarabozo, 1985 y 1990).

Las señales de EEG de las ocho derivaciones registradas (F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, y O2) fueron muestreadas simultáneamente, una en cada canal del convertidor. Se tomaron 10 muestras de EEG libres de artefactos, para cada derivación en estado de reposo en ambas condiciones. Cada muestra tuvo una duración de 2.56 seg. (256 puntos) y se utilizó un intervalo de muestreo de 8 mseg. entre un punto y otro (125 Hz.) (Fig. 4)

c).- Análisis de la señal de EEG.

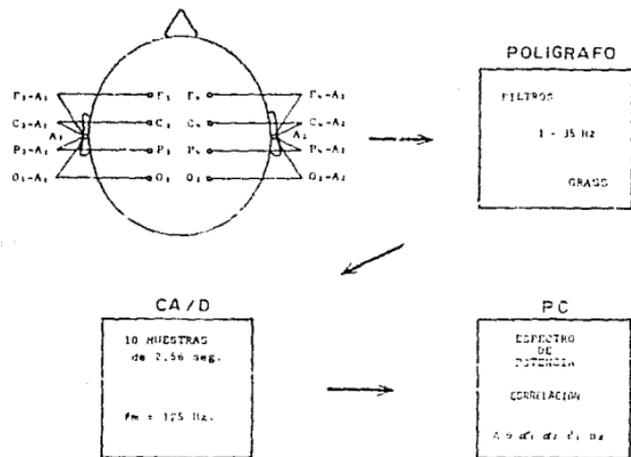


Fig. 4. Diagrama de registro, la captura a través de un convertidor analógico/digital (CAD) y el análisis computacional de la señal de EEG.

Se obtuvieron las Potencias Absoluta (PA) y Relativa (PR), por medio de un análisis de la transformada rápida de Fourier (TRF), para cada derivación en forma independiente, en las dos condiciones experimentales. El primer paso fue filtrar la señal, por medio de un filtro digital, con el objeto de eliminar frecuencias menores a 0.5 Hz y mayores de 30 Hz, así como la posible corriente directa (DC) que contaminara la señal de interés.

Una vez filtrada la señal, se separaron los diversos componentes de la misma, de acuerdo a su frecuencia. La TRF separa esta señal, agrupando los componentes de frecuencias en las bandas tradicionales de EEG (John y cols., 1980; Matousek y Petersén, 1973) como sigue: (Fig. 5).

delta	1.5	a	3.5
theta	3.5	a	7.5
alfal	7.5	a	9.5
alfa2	9.5	a	12.5
beta1	12.5	a	17.5
beta2	17.5	a	30.0

Este análisis da como resultado los valores de potencia absoluta (Espectro de Potencia) para cada banda de frecuencia. Las potencias relativas, o porcentajes, se obtuvieron dividiendo cada banda entre la potencia absoluta del espectro total de la señal, resultante de la suma de la potencia de todas las frecuencias. La potencia relativa proporciona un índice del grado en que cada banda particular contribuye a la señal de EEG registrada en un momento dado.

Además, se calculó el coeficiente de correlación Producto Momento de Pearson entre las señales de EEG de zonas cerebrales homólogas, o Correlación Interhemisférica (r_i), (F3-F4, C3-C4, P3-P4 y O1-O2) para todas las bandas de EEG y entre dos zonas de un mismo hemisferio, o Correlación Intrahemisférica (C3-O1, C3-P3, F3-P3, F3-C3, F3-O1, P3-O1, C4-O2, C4-P4, F4-P4, F4-C4, F4-O2, P4-O2) con el objeto de cuantificar el grado de relación que existe entre pares de señales en base a su fase y forma. Este análisis se realizó para cada banda independiente, así como para el espectro total, para cada derivación y para cada condición experimental de ojos abiertos y cerrados.

Todos los análisis se realizaron de acuerdo con el día del ciclo menstrual en que se encontraban las mujeres participantes. Como control, se sometieron los resultados a los mismos análisis sin importar el día del ciclo en que se encontraban, sino de acuerdo al orden en que fueron registradas, es decir, tomando en cuenta la secuencia real de los doce días de registro (día primero, segundo, tercero, etc.).

E).- Análisis Estadístico

Los valores de Potencia Absoluta (PA) y Relativa (PR), la Correlación Interhemisférica (CORINTER) e Intrahemisférica (CORINTRA) de cada muestra de EEG, en cada una de las bandas, fueron normalizados; las PA y PR se transformaron a logaritmos y los valores de CORINTER y CORINTRA se transformaron a puntuaciones Z de Fisher (John, 1987).

Con los valores normalizados de cada parámetro se realizaron

los siguientes Análisis de Varianza (ANOVA) para medidas repetidas (Kirk, 1968), uno para cada banda de EEG: Delta, Theta, Alfa1, Alfa2, Beta1 y Beta2 en las condiciones de ojos abiertos y cerrados.

a).-POTENCIA ABSOLUTA Y RELATIVA

Tanto para la PA y PR se hizo un ANOVA de dos factores (A= derivaciones, B= días del ciclo) con los valores normalizados de PA, con el objeto de ver si existían diferencias significativas entre cada una de las derivaciones registradas y los diferentes períodos en los que se dividió el ciclo menstrual (MEN, POM, OVU, POV y PRM) para cada banda.

Tanto para la PA y PR se hizo un ANOVA de dos factores (A= hemisferios, B= días del ciclo) para cada derivación con el objeto de ver las diferencias que pudieran existir entre los hemisferios izquierdo y derecho en los diferentes períodos del ciclo menstrual para cada banda.

b).- Correlación Interhemisférica (CORINTER).

Con el objeto de analizar las posibles diferencias entre las derivaciones homólogas y los diferentes períodos del ciclo menstrual se hizo un ANOVA de dos factores (A= Derivaciones, F3-F4, C3-C4, O1-O2 y P3-P4; B= días del ciclo) para todas las bandas del EEG.

c).- Correlación Intrahemisférica (CORINTRA).

Con la finalidad de analizar las diferencias en todas las derivaciones, se realizó un ANOVA de dos factores (A= Derivaciones, C3-O1, C3-P3, F3-P3, F3-C3, F3-O1, P3-O1, C4-O2, C4-P4, F4-P4, F4-C4, F4-O2, P4-O2; B= días del ciclo) para cada una de las bandas.

Los resultados significativos obtenidos del ANOVA fueron sometidos a una prueba de comparación múltiple, Prueba de Tuckey, con el objeto de discriminar cuáles fueron los periodos causantes de las diferencias observadas. Se aceptó en todos los casos una $p < 0.05$. Asimismo, con la misma prueba se compararon las derivaciones del hemisferio derecho contra el izquierdo, con la finalidad de analizar las posibles diferencias entre los hemisferios en todas las bandas para la PA, la PR y la CORINTRA.

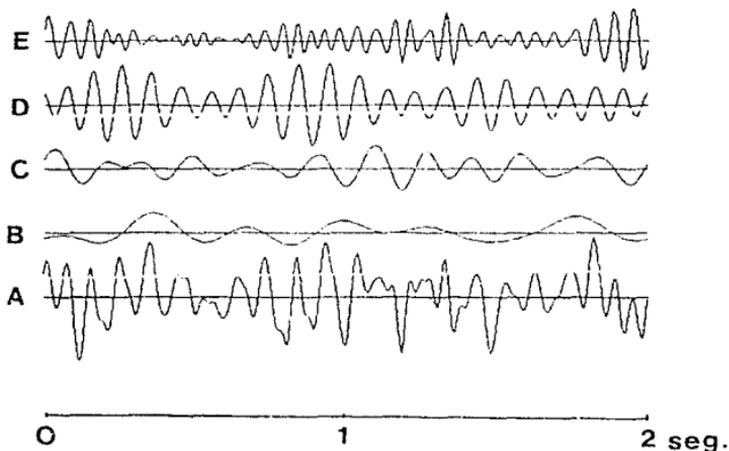


Fig. 5. Descomposición de una señal de EEG por bandas: A) Señal filtrada; B) Potencia de delta; C) Potencia de theta; D) Potencia de alfa; E) Potencia de beta.

RESULTADOS

A). CICLO MENSTRUAL.

Todas las mujeres que participaron en el experimento mostraron ciclo regulares de 28 ± 2 días ($\bar{X} = 27.11$), y se analizó por computadora el espectro de las bandas, un total de 90 registros de EEG, 10 por cada mujer que participó, con una duración de 41.12 seg. cada uno de ellos, que en total representan 61 minutos de actividad EEG.

Los resultados del cuestionario que se les aplicó, mostró que las que las mujeres que participaron presentaron trastornos menstruales mínimos y ninguna de ellas mostró una severidad en los síntomas premenstruales.

CONDICION EXPERIMENTAL

A continuación se describen los resultados significativos obtenidos en los ANDEVAS realizados para cada banda del EEG por separado. Los resultados estadísticos de dichos análisis se encuentran en las tablas de niveles de significancia.

Para facilitar la lectura en todos los casos se describen primero el efecto principal del factor: días del ciclo menstrual para cada una de las bandas y en segundo lugar el efecto principal del factor: derivaciones, también para cada una de las bandas.

Al describir los resultados observados en cada banda se presentan los resultados de las comparaciones entre medias, cuando el factor principal fue significativo.

B). POTENCIA ABSOLUTA (PA)

En todas las gráficas siguientes, se representan en las figuras los valores de la Potencia Absoluta (PA) en logaritmos durante los periodos Postmenstrual (POM), Ovulatorio (OVU), Postovulatorio (POV), Premenstrual (PRM) y Menstrual (MEN). Se indican los periodos que mostraron diferencias significativas en la comparación múltiple entre las medias de todos los periodos con la prueba de Tuckey (* p < 0.05 y ** p < 0.01).

a).- OJOS CERRADOS.

FACTOR: Días del Ciclo Menstrual

Los análisis de varianza (derivaciones x días del ciclo) realizados para cada una de las bandas, mostraron diferencias significativas entre los días del ciclo menstrual solamente para la banda de Alfa 2 (Tabla I).

Alfa 2

Unicamente la potencia absoluta de la banda de Alfa 2 mostró diferencias significativas. Los valores máximos fueron durante los periodos Postovulatorio y Premenstrual lo que corresponde a la fase lútea, y los valores mínimos inmediatamente después de la Ovulación (Fig. 6). La comparación entre medias de estos periodos realizados con la prueba de Tuckey mostraron diferencias significativas entre los periodos PRM vs OVU, y POV vs OVU (Tabla II).

Las bandas Delta, Theta, Alfa 1, Beta 1 y Beta 2 no mostraron cambios significativos durante el ciclo menstrual, lo

TABLA I

NIVELES DE SIGNIFICANCIA DE LOS ANALISIS DE VARIANZA DE LA POTENCIA ABSOLUTA PARA CADA BANDA.

FACTORES	A		B		AxB		
	DERIVACIONES gl= 7, 632		DIAS DEL CICLO gl= 9, 632		INTERACCION gl= 63, 632		
	F	P	F	P	F	P	
Ojos Cerrados							
	DELTA	1.51	0.159	1.72	0.082	0.27	1.000
	THETA	3.29	0.002 *	1.01	0.434	0.13	1.000
BANDAS	ALFA 1	20.47	<0.001 *	1.33	0.167	0.11	1.000
	ALFA 2	215.61	<0.001 *	3.21	0.001 *	0.32	1.000
	BETA 1	72.54	<0.001 *	0.81	0.611	0.41	1.000
	BETA 2	51.75	<0.001 *	0.89	0.535	0.39	1.000
Ojos Abiertos							
	DELTA	8.66	<0.001 *	2.38	0.012 *	0.66	0.979
	THETA	5.27	<0.001 *	1.99	0.038 *	0.18	1.000
BANDAS	ALFA 1	16.57	<0.001 *	3.09	0.002 *	0.28	1.000
	ALFA 2	57.84	<0.001 *	5.44	<0.001 *	0.26	1.000
	BETA 1	22.95	<0.001 *	3.06	0.002 *	0.38	1.000
	BETA 2	13.35	<0.001 *	2.61	0.006 *	0.26	1.000

* p < 0.05

TABLA II

RESULTADOS DE LAS COMPARACIONES MÚLTIPLES ENTRE LAS MEDIAS DE LA POTENCIA ABSOLUTA DE LOS DIFERENTES PERIODOS DEL CICLO MENSTRUAL PARA CADA BANDA DEL EEG.

Ojos Cerrados

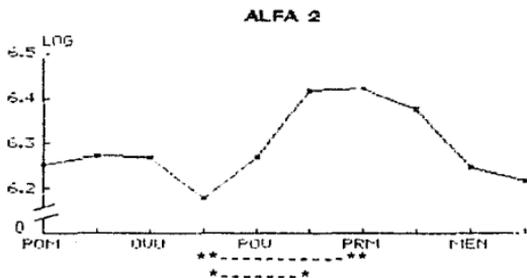
PERIODOS	BANDAS					
	DELTA	THETA	ALFA 1	ALFA 2	BETA 1	BETA 2
> <						
PRM vs OVU	----	----	----	**	----	----
POV vs OVU	----	----	----	*	----	----

Ojos Abiertos

POM vs OVU	*	----	----	**	**	----
PRM vs OVU	*	*	----	**	----	----
POH vs POV	----	----	*	----	----	----
PRM vs POV	----	----	*	----	----	----
MEN vs POV	----	----	----	----	----	↓

* p < 0.05
 ** p < 0.01

cual sugiere que estas bandas son estables y por lo tanto no son sensibles a los cambios hormonales en la condición de ojos cerrados.



OJOS CERRADOS

Fig. 6. Potencia absoluta (efecto principal) de la banda de alfa 2 en logaritmos, durante los periodos post-menstrual (POM), Ovulación (OVU), Post-ovulación (POV), Premenstrual (PRM) y Menstruación (MEN). Los asteriscos interconectados con las líneas indican los periodos que fueron significativos entre sí (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$).

FACTOR: Derivaciones

El factor A (Derivaciones) mostró diferencias significativas para las bandas de Theta, Alfa 1, Alfa 2, Beta 1, Beta 2 (Tabla I).

La potencia absoluta de Theta, Alfa 1 y Alfa 2 fue significativamente mayor en la corteza occipital (O1) izquierda, y en la corteza derecha (O2) para las bandas rápidas de Beta 1 y Beta 2. La potencia fue significativamente menor en la derivación frontal (F3) izquierda para todas las bandas, excepto para la banda de Beta 2 que fue mayor en la derivación F4 (Tabla III).

TABLA III

GRADIENTE DE POTENCIA ABSOLUTA DE MAYOR A MENOR EN TODAS LAS DERIVACIONES PARA CADA BANDA DEL EEG.

Ojos Cerrados

		DERIVACIONES							
		1	2	3	4	5	6	7	8
	DELTA	C3	P3	F3	O1	C4	P4	F4	O2
	THETA	O1	O2	P4	P3	C4	C3	F4	F3 **
BANDAS	ALFA 1	O1	O2	P3	P4	C3	C4	F4	F3 **
	ALFA 2	O1	O2	P3	P4	C3	C4	F4	F3 **
	BETA 1	O2	O1	P3	P4	C3	C4	F4	F3 **
	BETA 2	O2	O1	P4	P3	C3	C4	F3	F4 **

Ojos Abiertos

	DELTA	O1	O2	P4	P3	C4	C3	F4	F3 **
	THETA	C4	C3	P4	O2	O1	P3	F4	F3 **
BANDAS	ALFA 1	O2	O1	P3	P4	C3	C4	F4	F3 **
	ALFA 2	O1	O2	P3	P4	C3	C4	F4	F3 **
	BETA 1	O2	O1	P3	P4	F4	C3	F3	C4 **
	BETA 2	O2	F3	F4	O1	P3	P4	C3	C4 **

**** p <0.01 entre los extremos**

Al comparar la potencia absoluta de las derivaciones, no se observaron diferencias interhemisféricas entre zonas homólogas (F3-P4, C3-C4, P3-P4, O1-O2).

INTERACCION

No hubo interacción entre el factor AxB (Derivaciones x Días del ciclo menstrual) en ninguna de las bandas. (Tabla I).

CONDICION CONTROL

El análisis de varianza (Derivaciones x Días al azar) realizado para la banda de Alfa 2, agrupando los registros de las mujeres participantes de acuerdo al orden en que fueron registradas sin importar el día del ciclo en que se encontraba cada mujer, no mostró diferencias significativas.

RESUMEN

En resumen como pudo observarse, la PA con ojos cerrados solamente mostró diferencias significativas durante el ciclo menstrual en la banda de Alfa 2. En esta banda la potencia disminuyó en los períodos Post-menstrual y Ovulatorio, y a partir de este último, tendió a incrementarse alcanzando la potencia máxima en el periodo Premenstrual para después decrementarse hacia la Menstruación.

b).- OJOS ABIERTOS.

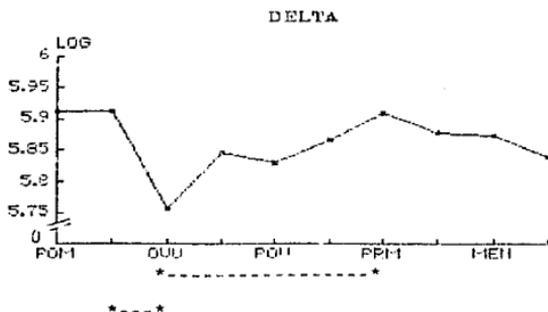
FACTOR: Días del Ciclo Menstrual

Los análisis de varianza (Derivaciones x Días) realizados para cada una de las bandas mostraron diferencias significativas entre los días del ciclo menstrual para las bandas de Delta, Theta,

Alfa 1, Alfa 2, Beta 1 y Beta 2. (Tabla I). Los resultados de las comparaciones entre las medias pueden verse en la Tabla II.

DELTA

La banda de Delta mostró la potencia más baja en el período Ovulatorio y se incrementó inmediatamente después de este período alcanzando su valor más alto a principios del período Premenstrual, y se decrementó en la Menstruación, para después incrementarse en la etapa Post-menstrual. La potencia más baja se observó durante el período Ovulatorio. La comparación entre las medias de estos períodos, mostró diferencias significativas entre PRM vs OVU y POM vs OVU (Fig. 7).

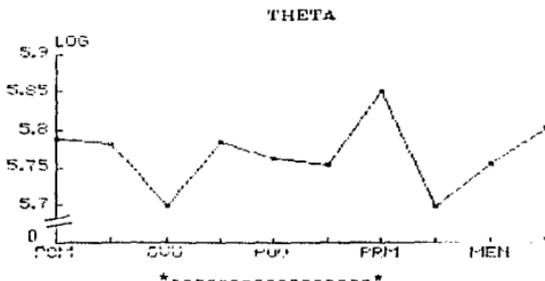


OJOS ABIERTOS

Fig. 7. Potencia absoluta (efecto principal) de la banda de delta en logaritmos durante los períodos Post-menstrual (POM), Ovulatorio (OVU), Post-ovulatorio (POV), Premenstrual (PRM) y Menstrual (MEN). Los asteriscos interconectados con las líneas indican los períodos que mostraron diferencias significativas entre sí (* $p < 0.05$).

THETA

La potencia absoluta de la banda de Theta mostró el valor más bajo en la Ovulación alcanzando su valor más alto en lo período Premenstrual. Se observaron diferencias significativas al comparar las medias entre los períodos PRM vs OVU (Fig. 8).

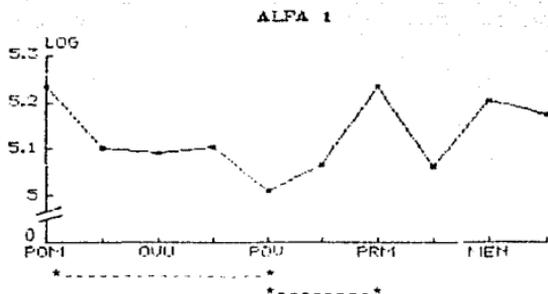


Ojos Abiertos

Fig. 8. Potencia absoluta (efecto principal) de la banda de theta en logaritmos durante los períodos Post-menstrual (POM), Ovulatorio (OVU), Post-ovulatorio (POV), Premenstrual (PRM) y Menstrual (MEN). Los asteriscos interconectados con las líneas indican los períodos que mostraron diferencias significativas entre sí (* $p < 0.05$).

ALFA 1

La potencia absoluta de la banda Alfa 1 mostró los valores más altos en los períodos Post-menstrual y Premenstrual, y el más bajo en el Post-ovulatorio. Se observaron diferencias significativas al comparar las medias entre los períodos PRM vs POV y POM vs POV (Fig. 9).

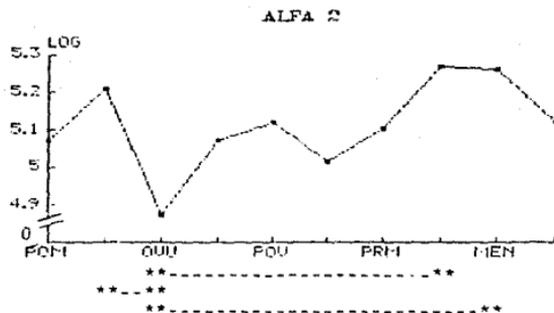


Ojos Abiertos

Fig. 9. Potencia absoluta (efecto principal) de la banda de alfa 1 en logaritmos durante los periodos Post-menstrual (POM), Ovulatorio (OVU), Post-ovulatorio (POV), Premenstrual (PRM) y Menstrual (MEN). Los asteriscos interconectados con las líneas indican los periodos que mostraron diferencias significativas entre sí (* $p < 0.05$).

ALFA 2

La potencia absoluta de la banda de Alfa 2 mostró el valor significativamente más alto en el periodo Ovulatorio, y a partir de éste, se incrementó alcanzando significativamente el valor máximo en el periodo PRM y a principios de la Menstruación para decrementarse al final de la mismo. También se observó un valor significativamente alto en el periodo Post-menstrual. Se observaron diferencias significativas al comparar las medias entre los periodos PRM vs OVU, MEN vs OVU y POM vs OVU (Fig. 10).



Ojos Abiertos

Fig. 10. Potencia absoluta (efecto principal) de la banda de alfa 2 en logaritmos durante los periodos Post-menstrual (POM), Ovulatorio (OVU), Post-ovulatorio (POV), Pre-menstrual (PRM) y Menstrual (MEN). Los asteriscos interconectados con las líneas indican los periodos que mostraron diferencias significativas entre si (** p < 0.01).

BETA 1

La potencia absoluta de la banda de Beta 1 mostró valores bajos en los periodos Ovulatorio y Post-ovulatorio, a partir de este último, tendió a incrementarse alcanzando un valor alto a principios de la Menstruación para después decrementarse al final de la misma. Asimismo, mostró el valor más alto en el periodo Post-menstrual. Al comparar estos periodos, se observaron diferencias significativas entre POM vs OVU y MEN vs OVU (Fig. 11)

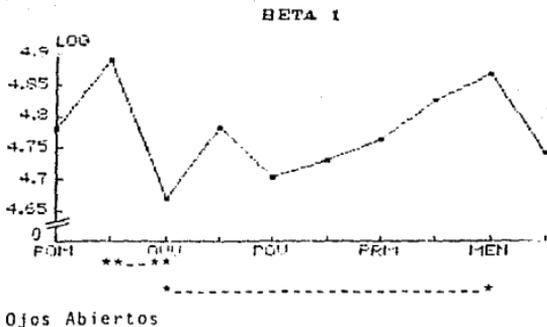


Fig. 11. Potencia absoluta (efecto principal) de la banda de beta 1 en logaritmos durante los periodos Post-menstrual (POM), Ovulatorio (OUV), Post-ovulatorio (POV), Premenstrual (PRM) y Menstrual (MEN). Los asteriscos interconectados con las líneas indican los periodos que mostraron diferencias significativas entre si (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$).

BETA 2

La potencia absoluta de la banda de Beta 2 mostró el valor más bajo en el período Post-ovulatorio, a partir del cual, tendió a incrementarse alcanzando el valor máximo en la MEN para después decrementarse al final de la misma. Al comparar estos periodos se observaron diferencias significativas entre MEN vs POV (Fig. 12).

FACTOR: Derivaciones

El factor A (Derivaciones) mostró diferencias significativas en los análisis de varianza para todas las

bandas (Tabla I).

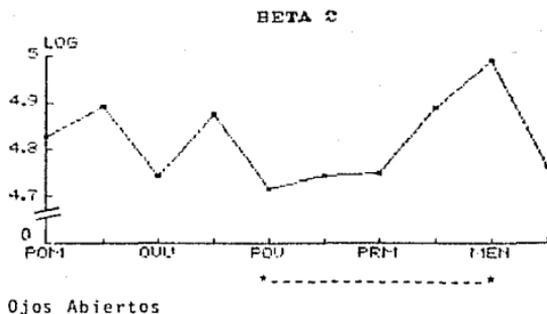


Fig. 12. Potencia absoluta (efecto principal) de la banda de beta 2 en logaritmos durante los períodos Post-menstrual (POM), Ovulatorio (OUV), Post-ovulatorio (POV), Premenstrual (PRM) y Menstrual (MEN). Los asteriscos interconectados con las líneas indican los períodos que mostraron diferencias significativas entre sí (* $p < 0.05$).

La potencia absoluta fue significativamente mayor en la corteza occipital (O1) izquierda para las bandas de Delta y Alfa 2 y en la derecha (O2) para las bandas de Alfa 1, Beta 1 y Beta 2; la excepción fue la banda de theta que fue mayor en la derivación central (C4) derecha. La potencia fue significativamente menor en la corteza frontal (F3) del izquierdo para todas las bandas excepto para las bandas rápidas de Beta 1 y Beta 2 que mostraron mayor potencia en la corteza central (C4) derecha (Tabla III).

Al comparar la PA entre tonas homologas, se observó una

diferencia interhemisférica en la banda de Alfa 1 en las derivaciones occipitales O1 - O2 siendo mayor en el hemisferio derecho (O2). La diferencia de potencia entre ambas derivaciones se observó principalmente en la etapa Ovulatoria, Post-ovulatoria y Menstrual (Fig. 13). Cabe recordar que la potencia absoluta de la banda de Alfa 1 en el factor B (Días del ciclo menstrual) también fue significativa.

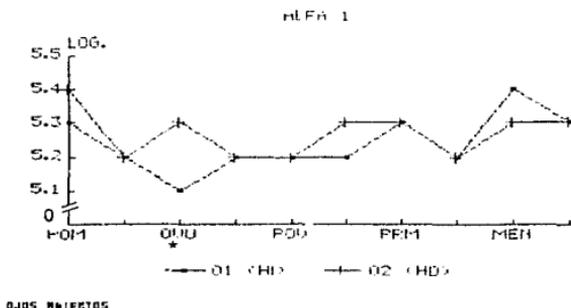


Fig. 13. Efecto principal de la potencia absoluta de la banda de alfa 1 entre zonas homólogas del área occipital izquierda (O1) y derecha (O2). Nótese la diferencia de potencia en la ovulación (OUV) que es mayor en el hemisferio derecho. El asterisco indica la diferencia significativa entre los dos periodos (* $p < 0.05$).

INTERACCION

No hubo interacción entre el factor A x B (Derivaciones x Días del ciclo menstrual) en ninguna de las bandas (Tabla I).

RESUMEN

En resumen (Tabla IV), como pudo observarse a partir de los resultados significativos, la PA con ojos abiertos de todas las

bandas disminuyo del periodo Post-menstrual a la Ovulación, momento del ciclo menstrual en el que se alcanzaron picos mínimos en todas las bandas. excepto en el caso de Alfa 1 que mostró la misma disminución, pero continuó bajando para alcanzar un mínimo en el periodo Post-ovulatorio. A partir de ese pico mínimo, la PA se incrementa para alcanzar su pico máximo en la fase Premenstrual en el caso de las frecuencias bajas del espectro Delta, Theta, Alfa 1 y Alfa 2 y continuó incrementándose para alcanzar un máximo en la Menstruación en el caso de las bandas rápidas Beta 1 y Beta 2.

CONDICION CONTROL

Las diferencias observadas en la potencia absoluta se deben al ciclo menstrual ya que al realizar los mismos análisis de varianza (Derivaciones x Bías al azar), agrupando a las mujeres participantes de acuerdo al orden en que fueron registradas sin importar el día del ciclo en que se encontraban, no mostraron diferencias significativas en ninguna de las bandas.

TABLA IV

RESUMEN DE LOS INCREMENTOS Y DECREMENTOS SIGNIFICATIVOS EN LA POTENCIA ABSOLUTA Y RELATIVA DURANTE LOS DIFERENTES PERIODOS DEL CICLO MENSTRUAL PARA TODAS LAS BANDAS DEL EEG.

POT. ABSOLUTA

BANDAS

OJOS CERRADOS

	DELTA	THETA	ALFA1	ALFA2	BETA1	BETA2
POM					↓	
OVU					↓	
POV						
PRM				↑		
MEN					↓	

OJOS ABIERTOS

POM					↓	↓
OVU	↓	↓		↓	↓	↓
POV			↓	↓	↓	↓
PRM	↑	↑	↑	↑		
MEN					↑	↑

POT. RELATIVA

OJOS CERRADOS

POM	↑		↓			
OVU	↓		↑	↓		
POV	↓		↓			
PRM			↓	↑	↓	
MEN	↓			↓	↑	

OJOS ABIERTOS

POM			↑	↑		
OVU			↑	↓		
POV		↑				
PRM		↓	↓	↑		
MEN		↓				↑

↑ = Incremento
↓ = Decremento

C).- POTENCIA RELATIVA (PR).

En las gráficas siguientes se representa la Potencia Relativa (PR) con que contribuyó cada una de las bandas del EEG a la potencia total (Delta + Theta + Alfa 1 + Alfa 2 + Beta 1 y + Beta 2 = 100 %).

a).- OJOS CERRADOS.

FACTOR: Días del Ciclo Menstrual

El análisis de varianza (Derivaciones x Días del ciclo) realizado para cada una de las bandas mostró diferencias significativas entre los días del ciclo menstrual para las bandas de Delta, Alfa 1, Alfa 2 y Beta 1 (Tabla V). La comparación entre las medias de todos los periodos con la prueba de Tuckey pueden verse en la Tabla VI.

DELTA

Se observó que la proporción de la banda de Delta fue mayor durante el período Post-menstrual y menor en las etapas Ovulatoria, Post-ovulatoria y Menstrual. La potencia relativa (PR) en el período POM mostró diferencias significativas al compararse con la etapa OVU (Fig. 14).

ALFA 1

La proporción de la banda de Alfa 1 fue mayor durante los períodos Ovulatorio, y Menstrual, y fue menor en las etapas Post-menstrual, Post-ovulatoria y Premenstrual. La potencia relativa mostró diferencias significativas entre los períodos OVU vs POM (Fig. 14).

TABLA V

NIVELES DE SIGNIFICANCIA DE LOS ANALISIS DE VARIANZA DE LA POTENCIA RELATIVA PARA CADA BANDA

FACTORES	A		B		AxB		
	DERIVACIONES gl= 7, 632		DIAS DEL CICLO gl= 9, 632		INTERACCION gl= 63, 632		
	F	p	F	p	F	p	
Ojos Cerrados							
	DELTA	134.19	<0.001 *	3.45	<0.001 *	0.38	1.000
	THETA	87.47	<0.001 *	1.41	0.180 *	0.19	1.000
BANDAS	ALFA 1	0.49	0.844	5.31	<0.001 *	0.31	1.000
	ALFA 2	118.89	<0.001 *	4.59	<0.001 *	0.31	1.000
	BETA 1	4.10	<0.001 *	2.69	0.005 *	0.30	1.000
	BETA 2	4.91	<0.001 *	0.88	0.540	0.35	1.000
Ojos Abiertos							
	DELTA	2.85	0.006	1.51	0.139	0.62	0.991
	THETA	20.68	<0.001 *	4.29	<0.001 *	0.34	1.000
BANDAS	ALFA 1	4.79	<0.001 *	3.52	<0.001 *	0.20	1.000
	ALFA 2	59.92	<0.001 *	6.50	<0.001 *	0.39	1.000
	BETA 1	9.05	<0.001 *	1.63	0.103	0.34	1.000
	BETA 2	22.62	<0.001 *	1.92	0.046 *	0.24	1.000

* p <0.05

TABLA VI

RESULTADO DE LAS COMPARACIONES MULTIPLES ENTRE LAS MEDIAS DE LA POTENCIA RELATIVA DE LOS DIFERENTES PERIODOS DEL CICLO MENSTRUAL PARA CADA BANDA DEL EEG

Ojos Cerrados

PERIODOS		BANDAS					
		DELTA	THETA	ALFA 1	ALFA 2	BETA 1	BETA 2
>	<						
POM	vs	OVU	**	-----	-----	-----	-----
OVU	vs	POM	-----	-----	**	-----	-----
PRM	vs	OVU	-----	-----	-----	**	-----
MEN	vs	PRM	-----	-----	-----	-----	**

Ojos Abiertos

POV	vs	PRM	-----	**	-----	**	-----
POV	vs	MEN	-----	**	-----	-----	-----
OVU	vs	PRM	-----	-----	*	-----	-----
PRM	vs	POV	-----	-----	-----	-----	-----
PRM	vs	OVU	-----	-----	-----	**	-----
MEN	vs	PRM	-----	-----	-----	-----	*

* p < 0.05

** p < 0.01

ALFA 2

La proporción de la banda de Alfa 2 fue mayor durante los periodos Premenstrual y fue menor en las etapas Ovulatoria y Menstrual. La potencia relativa mostró diferencias significativas entre los periodos PRM vs OVU (Fig. 14).

BETA 1

La proporción de la banda de Beta 1 fue mayor durante la Menstruación y menor en la etapa Premenstrual. La potencia relativa mostró diferencias significativas entre MEN vs PRM (Fig. 14).

FACTOR: Derivaciones

El factor A (Derivaciones) mostró diferencias significativas para todas las bandas excepto para la banda de Alfa 1 que no fue significativa (Tabla V).

La potencia relativa fue significativamente mayor en la corteza occipital (O1) izquierda para todas las bandas, excepto para la banda de Alfa 2 que fue mayor en la corteza frontal (F3) izquierda. La potencia fue significativamente menor en la corteza frontal derecha (F4) para las bandas de Delta y Theta, y en la corteza central derecha (C4) para la banda de Beta 1 (Tabla VII).

Al comparar la PR entre zonas homólogas, se observó una diferencia interhemisférica en la potencia relativa de la banda Beta 1 en la corteza occipital (O1-O2), siendo significativamente mayor en la corteza derecha (O2).

INTERACCION

No hubo interacción entre el factor A x B (Derivaciones x

TABLA VII

GRADIENTE DE POTENCIA RELATIVA DE MAYOR A MENOR EN TODAS LAS
DERIVACIONES PARA CADA BANDA DEL EEG

		DERIVACIONES							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Ojos Cerrados									
	DELTA	O1	O2	P3	P4	C4	C3	F3	F4 **
	THETA	O1	O2	F3	P4	F3	C3	C4	F4 **
BANDAS	ALFA 1	O1	P4	O2	F4	P3	F3	C3	C4 **
	ALFA 2	F3	F4	C4	C3	P4	P3	O2	O1 **
	BETA 1	O1	P4	O2	F4	F3	F3	C3	C4 **
	BETA 2	O1	P3	P4	F4	O2	C4	C3	F3 **
Ojos Abiertos									
	DELTA	O2	O1	P3	P4	C3	F4	F3	C4 **
	THETA	O1	O2	F3	P4	F3	F4	C3	C4 **
BANDAS	ALFA 1	F3	F4	C4	C3	O1	O2	P4	F3 **
	ALFA 2	F4	F3	C4	C3	O2	P4	O1	P3 **
	BETA 1	P4	P3	C4	C3	F3	F4	O1	O2 **
	BETA 2	P4	P3	C4	C3	O2	O1	F4	F3 **

** p < 0.01 entre los extremos

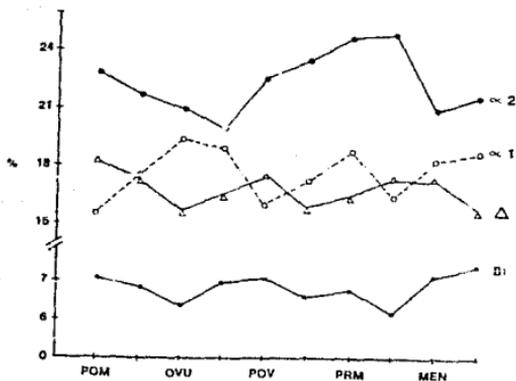


Fig. 14. Efecto principal de la potencia relativa para las bandas de delta, alfa 1, alfa 2 y beta 1 con ojos cerrados, durante los periodos Post-menstrual (POM), Ovulatorio (OVU), Post-ovulatorio (POV), Premenstrual (PRM) y Menstrual (MEN). Se indican en el texto, los periodos que mostraron diferencias significativas (** $p < 0.05$).

Días del ciclo menstrual) en ninguna de las bandas (Tabla V).

b). - OJOS ABIERTOS.

FACTOR: Días del Ciclo Menstrual

Los análisis de variancia (derivaciones x días del ciclo) realizados para cada una de las bandas mostraron diferencias significativas entre los días del ciclo menstrual solamente para las bandas de Theta, Alfa 1, Alfa 2, y Beta 2 (Tabla V).

THETA

Se observó que la proporción de la banda de Theta fue significativamente mayor durante el período Post-ovulatorio y al final de la Menstruación, y menor en las etapas Premenstrual y a principios de la Menstruación. La potencia relativa mostró diferencias significativas entre los períodos POV vs PRM y MEN (Fig. 15).

ALFA 1

La proporción de la banda de Alfa 1 fue significativamente mayor durante los períodos Post-menstrual y Ovulatorio, y menor al final de la etapa Premenstrual. La potencia relativa mostró diferencias significativas entre los períodos OVU vs PRM y POM vs PRM (Fig. 15).

ALFA 2

La proporción de la banda de Alfa 2 fue significativamente mayor durante los períodos Premenstrual, Post-ovulatorio y Post-menstrual, y menor en la etapa Ovulatoria. La potencia relativa mostró diferencias significativas entre los períodos PRM vs OVU, POV y POM vs OVU (Fig. 15).

BETA 2

La proporción de la banda de Beta 2 fue significativamente

mayor a principios de la Menstruación, y menor en la etapa Premenstrual. La potencia relativa mostró diferencias significativas entre MEN vs PPM (Fig. 15).

FACTOR: Derivaciones

El factor A (Derivaciones) mostró diferencias significativas para todas las bandas, excepto para delta (Tabla V).

En la comparación de la PR entre zonas homólogas, no se observaron diferencias internemistéricas.

La potencia relativa de las bandas de Delta y Theta fue significativamente mayor en la corteza occipital (O1 y O2) de ambos hemisferios y menor en la central (C4) derecha; fue mayor en la corteza frontal (F3 y F4) de ambos hemisferios para las bandas de Alfa 1 y Alfa 2 y fue menor en la parietal (P3) izquierda; y fue mayor en la corteza parietal (P4) derecha para las bandas rápidas de Beta 1 y Beta 2 y menor en la occipital (O2) derecha y en la frontal (F3) izquierda (Tabla VII).

INTERACCION

No hubo interacción entre el factor A x B (Derivaciones x Días del ciclo menstrual) en ninguna de las bandas (Tabla V).

RESUMEN

En general la distribución proporcional de las bandas en la condición de ojos cerrados fue mayor para la banda de Alfa 2 y menor para la frecuencia rápida de Beta 1. En la condición de ojos abiertos la proporción mayor la mostro la banda de Theta y la menor la banda rápida de Beta 2.

Resumiendo (Tabla IV), la proporción de las bandas durante

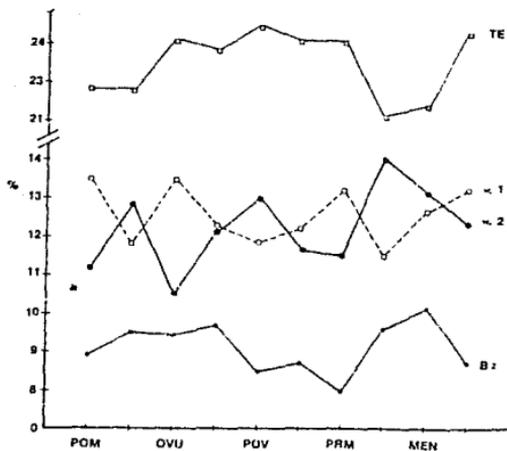


Fig. 15. Efecto principal de la potencia relativa para las bandas de theta, alfa 1, alfa 2 y beta 2 con ojos abiertos, durante los periodos Post-menstrual (POM), Ovulatorio (OVU), Post-ovulatorio (POV), Premenstrual (PRM) y Menstrual (MEN). Se indican en el texto, los periodos que mostraron diferencias significativas (# $p < 0.05$ y ## $p < 0.01$)

los diferentes periodos del ciclo menstrual fue la siguiente: en la condición de ojos cerrados, en la etapa Post-menstrual la proporción fue mayor en la banda Delta y menor en Alfa 1; en la Ovulación fue mayor en Alfa 1 y menor en Delta y Alfa 2; en el periodo Post-ovulatorio fue mayor en Alfa 2 y menor Delta y Alfa 1; en la etapa Premenstrual fue mayor en Alfa 2 y menor Alfa 1 y Beta 1, y en el periodo Menstrual fue mayor en Beta 1 y menor en Alfa 2.

En la condición de ojos abiertos, en el periodo Post-menstrual la proporción fue mayor en Alfa 1 y Alfa 2; en la Ovulación fue mayor en Alfa 1 y menor en Alfa 2; en el periodo Post-ovulatorio fue mayor en Theta y Alfa 2; en la etapa Premenstrual fue mayor en Alfa 2 y menor en Theta, Alfa 1 y Beta 2, y en la Menstruación fue mayor en Beta 2 y menor en Theta.

CONDICION CONTROL

Las diferencias observadas se deben al ciclo menstrual ya que al realizar los mismos análisis de varianza (Derivaciones x días al azar), agrupando a las mujeres participantes de acuerdo al orden en que fueron registradas sin importar el día del ciclo en que se encontraban, no mostraron diferencias significativas en ninguna de las bandas.

CORRELACION

D). CORRELACION INTERHEMISFERICA (CORINTER).

En las gráficas siguientes se representa la CORINTER y la correlación intrahemisférica (CORINTRA) en puntajes Z de Fisher, durante los periodos Postmenstrual (POM), Ovulatorio (OVU), Postovulatorio (POV), Premenstrual (PRM) y Menstrual (MEN). Se indican los periodos que mostraron diferencias significativas (* $p < 0.05$ y ** $p < 0.01$) en la comparación múltiple entre las medias con la prueba de Tuckey.

a).- OJOS CERRADOS

FACTOR: Días del Ciclo Menstrual

Los análisis de varianza (derivaciones x días del ciclo) realizados para cada una de las bandas mostraron diferencias significativas entre los días del ciclo menstrual solamente para las bandas Theta, Alfa 1 y Beta 2 (Tabla VIII). La comparación entre las medias de los periodos puede verse en la Tabla IX.

THETA

Se observó que la CORINTER de la banda de Theta fue significativamente mayor durante el periodo Postovulatorio, lo que corresponde a la fase lútea, y menor en las etapas Premenstrual, Menstrual y Postmenstrual. La comparación entre medias del periodo POV con las etapas PRM, MEN y POM mostró diferencias significativas (Fig. 16).

TABLA VIII

NIVELES DE SIGNIFICANCIA DE LOS ANALISIS DE VARIANZA DE LA CORRELACION INTERHEMISFERICA PARA CADA BANDA

FACTORES	A		B		ABD		
	DERIVACIONES gl= 3, 312		DIAS DEL CICLO gl= 9, 312		INTERACCION gl=27, 312		
	F	p	F	p	F	p	
Ojos Cerrados							
BANDAS	DELTA	14.65	<0.001 *	1.18	0.307	0.65	0.908
	THETA	5.75	0.001 *	2.00	0.038 *	0.46	0.991
	ALFA 1	8.20	<0.001 *	2.29	0.017 *	0.40	0.997
	ALFA 2	25.18	<0.001 *	1.00	0.438	0.23	1.000
	BETA 1	34.31	<0.001 *	1.59	0.116	0.58	0.953
	BETA 2	41.61	<0.001 *	2.87	0.003 *	0.53	0.974
BANDA TOTAL	8.08	<0.001 *	1.78	0.070	0.38	0.998	
Ojos Abiertos							
BANDAS	DELTA	32.82	<0.001 *	1.25	0.267	0.66	0.907
	THETA	17.70	<0.001 *	0.72	0.688	0.32	0.999
	ALFA 1	13.55	<0.001 *	1.31	0.214	0.44	0.994
	ALFA 2	29.25	<0.001 *	0.77	0.645	0.22	1.000
	BETA 1	99.79	<0.001 *	0.64	0.763	0.63	0.925
	BETA 2	172.59	<0.001 *	1.33	0.218	0.77	0.790
BANDA TOTAL	51.27	<0.001 *	0.56	0.828	0.32	0.997	

* p < 0.05

TABLA IX

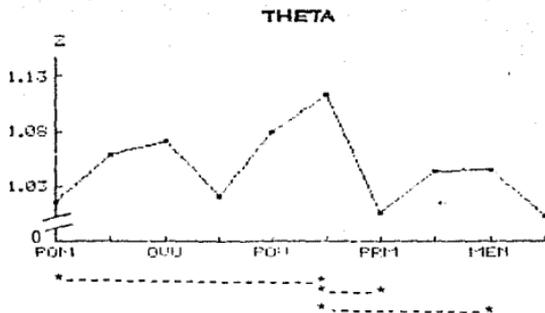
RESULTADO DE LAS COMPARACIONES MULTIPLES ENTRE LAS MEDIAS DE LA CORRELACION INTEREMISFERICA DE LOS DIFERENTES PERIODOS DEL CICLO MENSTRUAL PARA CADA BANDA DEL EEG

Ojos Cerrados

PERIODOS	BANDAS						
	DELTA	THETA	ALFA 1	ALFA 2	BETA 1	BETA 2	TOTAL
> <							
POV vs OUV	----	----	**	----	----	**	----
POV vs MEN	----	**	**	----	----	**	----
POV vs POM	----	**	**	----	----	----	----
POV vs PRM	----	**	----	----	----	**	----

Ojos Abiertos

** p < 0.01



OJOS CERRADOS

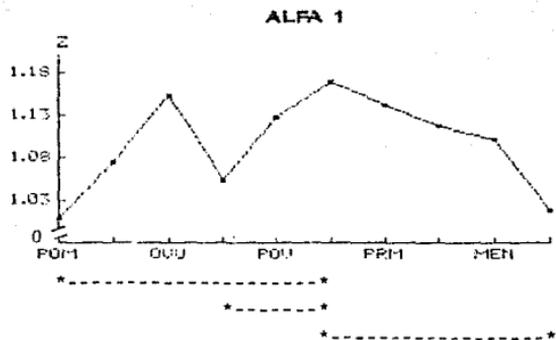
Fig. 16. Correlación interhemisférica (efecto principal) en puntajes Z de Fisher de la banda de theta durante los periodos post-menstrual (PO-M), Ovulatorio (OUV), Post-ovulatorio (POV), Premenstrual (PRM) y Menstrual (MEN). Los asteriscos interconectados con las líneas indican los periodos que mostraron diferencias significativas entre sí (* $p < 0.05$).

Alfa 1

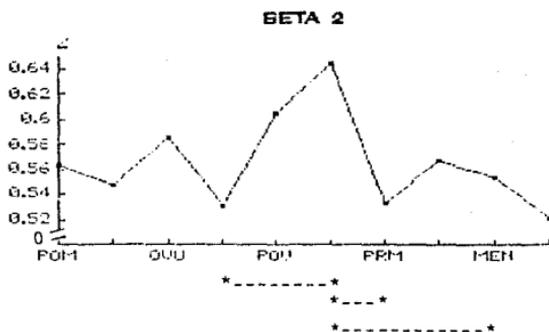
La CORINTER de la banda de Alfa 1 fue mayor durante el período Postovulatorio y menor en las etapas Postmenstrual, Ovulatoria y Menstrual. La comparación entre medias, mostró diferencias significativas entre los periodos POV vs OUV, PRM y MEN (Fig. 17).

BETA 2

La CORINTER de la banda de Beta 2 fue significativamente mayor durante el período Postovulatorio y menor en las etapas Ovulatoria, Premenstrual y Menstrual. La comparación entre medias, mostró diferencias significativas entre los periodos POV vs OUV, PRM y MEN (Fig. 17).



Ojos Cerrados



OJOS CERRADOS

Fig. 17. Correlación interhemisférica (efecto principal) en puntajes Z de Fisher de las bandas de alfa 1 y beta 2 durante los periodos Post-menstrual (POM), Ovulatorio (OUV), Post-ovulatorio (POV), Premenstrual (PRM) y Menstrual (MEN). Los asteriscos interconectados con las líneas indican los periodos que mostraron diferencias significativas entre sí (* $p < 0.05$).

FACTOR: Derivaciones

El factor A (Derivaciones) mostró diferencias significativas para todas las bandas (Tabla VIII).

La CORINTER fue significativamente mayor en las derivaciones central vs parietal para la banda de Delta y central vs occipital para Theta. Para la banda de Alfa 1 fue significativamente mayor en frontal vs parietal. En las bandas de Alfa 2 y en la banda total fue significativamente mayor en occipital vs central, y para Beta 1 y Beta 2 fue significativamente mayor en occipital vs frontal (Tabla X).

FACTOR: Interacción

La interacción AxB (Derivaciones x días del ciclo menstrual), no mostró diferencias significativas en ninguna de las bandas (Tabla VIII).

b).- OJOS ABIERTOS.

FACTOR: Días del Ciclo Menstrual

Los análisis de varianza (derivaciones x días del ciclo) realizados para cada una de las bandas no mostraron ninguna diferencia significativa entre los días del ciclo menstrual (Tabla VIII).

FACTOR: Derivaciones

El factor A (Derivaciones) mostró diferencias significativas para todas las bandas (Tabla VIII).

La CORINTER fue significativamente mayor en las derivaciones parietal vs frontal para las bandas de Delta y Theta. Para las

TABLA X

GRADIENTE DE CORRELACION INTERHEMISFERICA DE MAYOR A MENOR EN
TODAS LAS DERIVACIONES PARA CADA BANDA DEL EEG

Ojos Cerrados

DERIVACIONES

	DELTA	Central	Parietal	Occipital	Frontal	**
	THETA	Central	Parietal	Frontal	Occipital	**
BANDAS	ALFA 1	Frontal	Central	Occipital	Parietal	**
	ALFA 2	Occipital	Frontal	Parietal	Central	**
	BETA 1	Occipital	Parietal	Central	Frontal	**
	BETA 2	Occipital	Parietal	Central	Frontal	**
	BANDA TOTAL	Occipital	Parietal	Frontal	Central	**

Ojos Abiertos

	DELTA	Parietal	Central	Occipital	Frontal	**
	THETA	Parietal	Occipital	Central	Frontal	**
BANDAS	ALFA 1	Occipital	Parietal	Central	Frontal	**
	ALFA 2	Occipital	Parietal	Frontal	Central	**
	Beta 1	Occipital	Parietal	Central	Frontal	**
	Beta 2	Occipital	Parietal	Central	Frontal	**
	BANDA TOTAL	Occipital	Parietal	Central	Frontal	**

** p < 0.01 entre los extremos

bandas de Alfa 1, Beta 1, Beta 2 y la banda total fue significativamente mayor en occipital vs frontal, y para la banda de Alfa 2 fue mayor en occipital vs central (Tabla X).

INTERACCION

En el factor interacción AxB (Derivaciones x Días del ciclo menstrual), no mostró diferencia significativa en ninguna de las bandas (Tabla VIII).

RESUMEN

En resumen (Tabla XI), la correlación interhemisférica solamente mostró cambios significativos durante el ciclo menstrual en la condición de ojos cerrados en las bandas de Theta, Alfa 1 y Beta 2. En el caso de las bandas de Theta y Beta 2, la correlación más alta se observó durante el período Post-ovulatorio y las menores en las etapas Premenstrual y Menstrual. La banda de Alfa 1 mostró la correlación más alta en la Ovulación y en la etapa Post-ovulatoria y la menor en los períodos Menstrual y Post-menstrual.

En la condición de ojos abiertos no se observaron cambios significativos durante el ciclo menstrual en ninguna de las bandas.

CONDICION CONTROL

Los análisis de varianza (Derivaciones x Días al azar realizados para cada una de las bandas, agrupando los registros de las mujeres de acuerdo al orden en que fueron registradas sin importar el día del ciclo en que se encontraban, no mostraron diferencias significativas en ninguna de las bandas.

TABLA XI

RESUMEN DE LOS INCREMENTOS Y DECREMENTOS SIGNIFICATIVOS EN LA CORRELACION INTERHEMISFERICA (CORINTER) E INTRAHEMISFERICA (CORINTRA) DURANTE LOS DIFERENTES PERIODOS DEL CICLO MENSTRUAL PARA TODAS LAS BANDAS DEL EEG.

CORINTER

OJOS CERRADOS

BANDAS

DELTA THETA ALFA1 ALFA2 BETA1 BETA2 BANDA TOTAL

POM	↓	↓			
OVU				↓	
POV	↑	↑		↑	
PRM	↓	↓		↓	
MEN	↓	↓		↓	

OJOS ABIERTOS

CORINTRA

OJOS CERRADOS

POM					
OVU	↓	↓		↓	↓
POV	↑	↑			
PRM	↑			↑	↑
MEN	↓			↓	↓

OJOS ABIERTOS

POM				↑	
OVU		↓			
POV				↓	
PRM		↑		↓	
MEN		↓		↓	

↑ = Incremento

↓ = Decremento

E). CORRELACION INTRAHEMISFERICA (CORINTRA).

a).- OJOS CERRADOS

FACTOR: Días del Ciclo Menstrual

Los análisis de varianza (derivaciones x días del ciclo) realizados para cada una de las bandas, mostraron diferencias significativas entre los días del ciclo menstrual para las bandas de Delta, Theta, Alfa 1, Beta 1, Beta 2 y la banda total (Tabla XII). Las comparaciones múltiples entre las medias de todos los periodos con la prueba de Tuckey se pueden ver en la Tabla XIII.

DELTA

Se observó que la CORINTRA de la banda de Delta fue significativamente mayor durante el período Premenstrual y Post-ovulatorio y menor al final de la etapa Menstrual. La correlación más alta observada en el período POV y PRM mostró diferencias significativas al compararse con la menor observada en el MEN (Fig. 18).

THETA

La CORINTRA de la banda de Theta fue significativamente mayor durante el período Post-ovulatorio y menor en la etapa Ovulatoria, pero el resto del ciclo presentó una curva muy plana. La correlación más alta observada en el período POV mostró diferencias significativas al compararse con la menor observada en la etapa OVU (Fig. 19).

ALFA 1

La CORINTRA de la banda de Alfa 1 fue significativamente mayor durante el período Post-ovulatorio y menor en la etapa

TABLA XII

NIVELES DE SIGNIFICANCIA DE LOS ANALISIS DE VARIANZA DE LA CORRELACION
INTRAHEMISFERICA PARA CADA BANDA

FACTORES	A		B		AxB		
	DERIVACIONES gl= 11, 952		DIAS DEL CICLO gl= 9, 952		INTERACCION gl= 99, 952		
	F	p	F	p	F	p	
Ojos Cerrados							
BANDAS	DELTA	376.58	<0.001 *	3.53	<0.001 *	0.57	1.000
	THETA	457.35	<0.001 *	2.53	0.007 *	0.42	1.000
	ALFA 1	186.46	<0.001 *	1.86	0.054 *	0.44	1.000
	ALFA 2	198.71	<0.001 *	1.57	0.119	0.65	0.996
	BETA 1	361.11	<0.001 *	2.74	0.004 *	0.48	1.000
	BETA 2	271.63	<0.001 *	2.65	0.005 *	0.28	1.000
BANDA TOTAL	377.56	<0.001 *	1.88	0.050 *	0.49	1.000	
Ojos Abiertos							
BANDAS	DELTA	362.08	<0.001 *	1.10	0.362	0.56	1.000
	THETA	440.24	<0.001 *	0.92	0.508	0.43	1.000
	ALFA 1	237.78	<0.001 *	4.23	<0.001 *	0.31	1.000
	ALFA 2	219.65	<0.001 *	1.12	0.345	0.53	1.000
	BETA 1	301.17	<0.001 *	3.28	<0.001 *	0.52	1.000
	BETA 2	243.58	<0.001 *	1.52	0.134	0.41	1.000
BANDA TOTAL	369.01	<0.001 *	1.75	0.073	0.46	1.000	

* p <0.05

TABLA XIII

RESULTADO DE LAS COMPARACIONES MULTIPLES ENTRE LAS MEDIAS DE LA CORRELACION INTRAHEMISFERICA DE LOS DIFERENTES PERIODOS DEL CICLO MENSTRUAL PARA CADA UNA DE LAS BANDAS DEL EEG

Ojos Cerrados

BANDAS

PERIODOS		DELTA	THETA	ALFA 1	ALFA 2	BETA 1	BETA 2	TOTAL
>	<							
PRM	vs MEN	**	----	-----	-----	-----	**	-----
POV	vs OVU	-----	*	*	-----	-----	-----	-----
PRM	vs OVU	-----	-----	-----	-----	*	-----	*

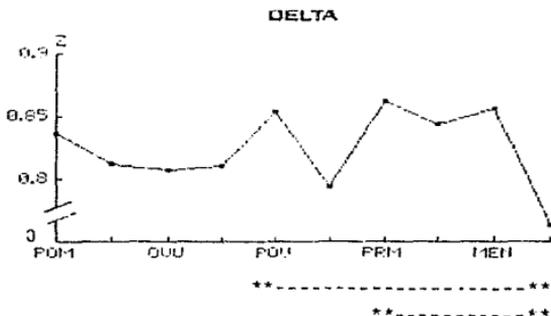
Ojos Abiertos

PRM	vs MEN	-----	-----	**	-----	-----	-----	-----
POM	vs POV	-----	-----	-----	-----	**	-----	-----

* p <0.05

** p <0.01

Ovulatoria, pero se observó una curva muy plana. La correlación más alta observada en el período POV mostró diferencias significativas al compararse con la menor en la etapa OVU (Fig. 19).



OJOS CERRADOS

Fig. 18. Correlación intrahemisférica (efecto principal) en puntajes Z de Fisher de la banda de delta durante los períodos Post-menstrual (POM), Ovulatorio (OVU), Post-ovulatorio (POV), Premenstrual (PRM) y Menstrual (MEN). Los asteriscos interconectados con las líneas indican los períodos que mostraron diferencias significativas entre sí (** $p < 0.01$).

BETA 1 y BETA 2

Se observó que la CORINTRA de las bandas Beta 1 y Beta 2 fueron significativamente mayores durante el período Premenstrual y menores en las etapas Ovulatoria y Menstrual. Las correlaciones mayores observadas en el período PRM mostraron diferencias significativas al compararse con las menores observadas en las etapas OVU y MEN (Fig. 20).

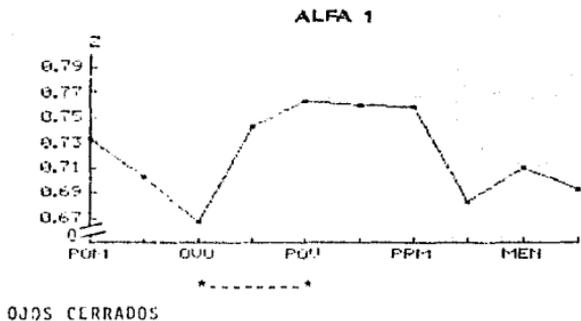
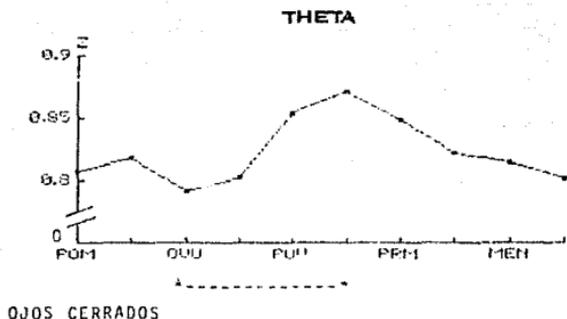


Fig. 19. Correlación intrahemisférica (efecto principal) en puntajes Z de Fisher de las bandas de theta y alfa 1, durante los periodos Post-menstrual (POM), Ovulatorio (POV), Post-ovulatorio (POV), Premenstrual (PPM) y Menstrual (MEN). Los asteriscos interconectados con las líneas indican los periodos que mostraron diferencias significativas entre sí (* $p < 0.05$).

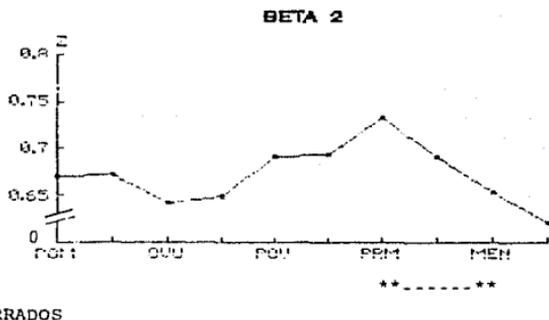
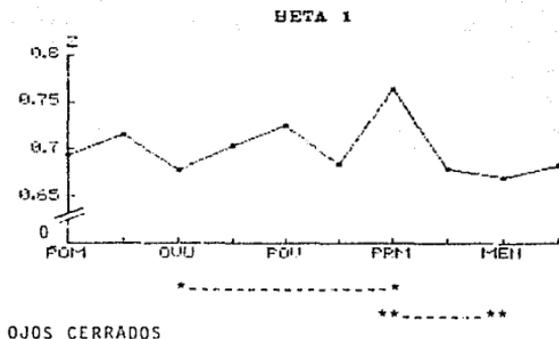
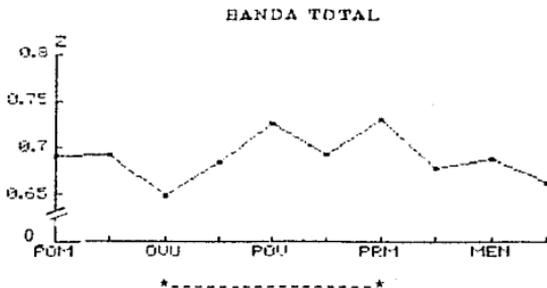


Fig. 20. Correlación intrahemisférica (efecto principal) en puntajes Z de Fisher de las bandas de beta 1 y beta 2 durante los períodos Post-menstrual (POM), Ovulatorio (OUU), Post-ovulatorio (FOV), Premenstrual (PRM) y Menstrual (MEN). Los asteriscos interconectados con las líneas indican los períodos que mostraron diferencias significativas entre sí (* $p < 0.05$ y ** $p < 0.01$).

BANDA TOTAL

La CORINTRA de la banda total fue significativamente mayor durante el período Premenstrual y menor en la etapa Ovulatoria. La correlación más alta en el período PRM mostró diferencias significativas al compararse con la menor en OVU (Fig. 21).



OJOS CERRADOS

Fig. 21. Correlación intrahemisférica (efecto principal) en puntajes z de Fisher de la banda total durante los períodos Post-menstrual (POM), Ovulatorio (OVU), Post-ovulatorio (POV), Premenstrual (PRM) y Menstrual (MEN). Los asteriscos interconectados con las líneas indican los períodos que mostraron diferencias significativas entre sí (* $p < 0.05$).

La CORINTRA de la banda de Alfa 2 no mostró ninguna diferencia significativa entre los días del ciclo menstrual.

FACTOR: Derivaciones

El factor A (Derivaciones) mostró diferencias significativas para todas las bandas (Tabla XII).

Se observó que la CORINTRA fue significativamente mayor en

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

derivaciones cercanas y menor en las distantes, tanto en el hemisferio derecho como en el izquierdo para todas las bandas del EEG (Tabla XIV).

Al comparar la CORINTRA en zonas homólogas, se observaron diferencias interhemisféricas en las derivaciones frontocentrales (F3C3 - F4C4) para la banda de Alfa 1, siendo mayor en el hemisferio derecho durante los periodos Post-ovulatorio y a principios del Premenstrual, lo que corresponde a la fase lútea.

Para la banda de Delta, también se observaron diferencias interhemisféricas en las derivaciones parieto-occipitales (P3O1 - P4O2), siendo en el hemisferio izquierdo, la correlación significativamente mayor durante el periodo Post-menstrual.

INTERACCION

LA interacción AXB (Derivaciones x Días del ciclo menstrual), no mostró diferencias significativas en ninguna de las bandas (Tabla XII).

b).- OJOS ABIERTOS

FACTOR: Días del ciclo menstrual

Los análisis de varianza (derivaciones x días del ciclo) realizados para cada una de las bandas, mostraron diferencias significativas entre los días del ciclo solamente para las bandas de Alfa 1 y Beta 1 (Tabla XII).

ALFA 1

La CORINTRA de la banda de Alfa 1 fue significativamente mayor durante el periodo Premenstrual y Post-ovulatorio y menor en las etapas Ovulatoria y Menstrual. La correlación mostró

TABLA XIV

GRADIENTE DE CORRELACION INTRAHEMISFERICA DE MAYOR A MENOR EN TODAS LAS DERIVACIONES PARA CADA BANDA DEL EEG.

Ojos Cerrados

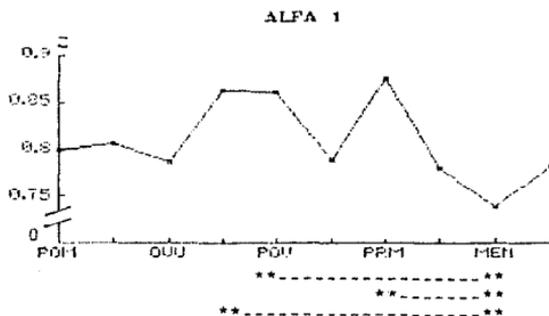
BANDAS	DERIVACIONES											
	>											<
DELTA	C4P4	P3O1	C3P3	P4O2	F4C4	F3C3	C3O1	C4O2	F4P4	F3P3	F4O2	F3O1**
THETA	C4P4	C3P3	F4C4	P3O1	F3C3	F4O2	F4P4	F3P3	C4O2	C3O1	F4O2	F3O1**
ALFA 1	F4C4	F3C3	P3O1	P4O2	C4P4	C3P3	F4P4	F3P3	C3O1	C4O2	F4O2	F3O1**
ALFA 2	P3O1	P4O2	C3P3	C4P4	F4C4	F3C3	C3O1	F3P3	F4P4	C4O2	F4O2	F3O1**
BETA 1	C3P3	C4P4	P3O1	P4O2	F4C4	F3C3	F4P4	F3P3	C3O1	C4O2	F3O1	F4O2**
BETA 2	C3P3	C4P4	P3O1	P4O2	F3C3	F4C4	F3P3	F4P4	C4O2	C3O1	F3O1	F4O2**
TOTAL	P3O1	C4P4	C3P3	P4O2	F4C4	F3C3	F4P4	F3P3	C3O1	C4O2	F4O2	F3O1**

Ojos Abiertos

DELTA	C4P4	C3P3	P3O1	P4O2	F4C4	F3C3	C3O1	C4O2	F4P4	F3P3	F4O2	F3O1**
THETA	C4P4	C3P3	P3O1	P4O2	F4C4	F3C3	F4P4	C4O2	C3O1	F3P3	F4O2	F3O1**
ALFA 1	C3P3	C4P4	P3O1	P4O2	F3C3	F4C4	C3O1	C4O2	F4P4	F3P3	F4O2	F3O1**
ALFA 2	C3P3	C4P4	P3O1	P4O2	F4C4	F3C3	C3O1	C4O2	F3P3	F4P4	F3O1	F4O2**
BETA 1	C4P4	C3P3	P4O2	P3O1	F3C3	F4C4	C4O2	C3O1	F4P4	F3P3	F4O2	F3O1**
BETA 2	C3P3	C4P4	P3O1	P4O2	F3C3	F4C4	C4O2	C3O1	F3P3	F4P4	F4O2	F3O1**
TOTAL	C4P4	C3P3	P3O1	P4O2	F4C4	F3C3	C3O1	C4O2	F4P4	F3P3	F4O2	F3O1**

** p < 0.01 entre los extremos.

diferencias significativas al comparar los periodos PRM vs MEN, POV vs MEN y OVU vs MEN (Fig. 22).



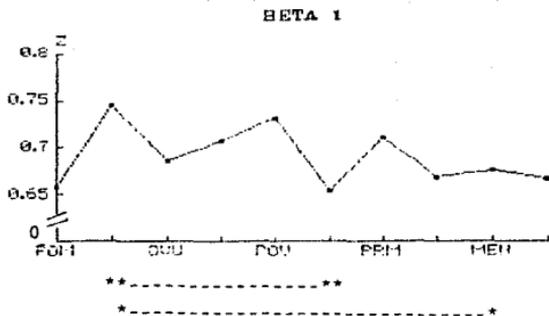
OJOS ABIERTOS

Fig. 22. Correlación intrahemisférica (efecto principal) en puntajes Z de Fisher de la banda de alfa 1 durante los periodos Post-menstrual (POM), Ovulatorio (OVU), Post-ovulatorio (POV), Pre-menstrual (PRM) y Menstrual (MEN). Los asteriscos interconectados con las líneas indican los periodos que mostraron diferencias significativas entre sí (** $p < 0.01$).

BETA 1

La CORINTRA de la banda de Beta 1 fue significativamente mayor durante el periodo Post-menstrual y menor en las etapas Post-ovulatoria y Menstrual. La correlación más alta observada en el periodo POM, mostró diferencias significativas al compararse con la menor observada en las etapas POV y MEN (Fig. 23).

La CORINTRA de las bandas de Delta, Theta, Alfa 2, Beta 2 y de la Banda total no mostraron diferencias significativas entre los días del ciclo menstrual (Tabla XII).



OJOS ABIERTOS

Fig. 23. Correlación intrahemisférica (efecto principal) en puntajes Z de Fisher de la banda de beta 1 durante los periodos Post-menstrual (FOM), Ovulatorio (OVU), Post-ovulatorio (POV), Premenstrual (PRM) y Menstrual (MEN). Los asteriscos interconectados con las líneas indican los periodos que mostraron diferencias significativas entre sí (* $p < 0.05$ y ** $p < 0.01$).

FACTOR: Derivaciones

El factor A (Derivaciones), mostró diferencias significativas para todas las bandas (Tabla XII).

La CORINTR A fue significativamente mayor en derivaciones cercanas y menor en derivaciones distantes para todas las bandas de EEG, tanto en el hemisferio derecho como en el izquierdo (Tabla XIV).

Al comparar las derivaciones entre zonas homólogas, no se observaron diferencias interhemisféricas en ninguna de las bandas.

INTERACCION

La interacción AxB (Derivaciones x Días del ciclo menstrual), no mostró diferencias significativas en ninguna de las bandas (Tabla XII).

RESUMEN

En general (Tabla XI), la correlación intrahemisférica en la condición de ojos cerrados, mostró los valores máximos en la etapa Post-ovulatoria en el caso de la banda de Theta y Alfa 1; en la etapa Premenstrual en el caso de las bandas Delta, Beta 1, Beta 2 y en la Banda total. Los valores mínimos se observaron en la etapa Ovulatoria y Menstrual para todas las bandas.

En la condición de ojos abiertos, la correlación máxima de la banda de Alfa 1 se observó en el período Premenstrual y la menor en la Menstruación; y para la banda de beta 1 el valor máximo se observó en la etapa Post-menstrual y el mínimo en las etapas Post-ovulatoria y Menstrual.

CONDICION CONTROL

El análisis de varianza (Derivaciones x días al azar realizados para cada una de las bandas agrupando los registros de las mujeres de acuerdo al orden en que fueron registradas sin importar el día del ciclo en que se encontraban, no mostraron diferencias significativas en ninguna de las bandas.

DISCUSION

Los resultados de este trabajo indican que existen cambios en la actividad electroencefalográfica tanto en la potencia absoluta y relativa como en la correlación inter e intrahemisférica durante el ciclo menstrual de la mujer. Los cambios son debidos probablemente a la acción de las hormonas gonadales sobre el SNC durante el ciclo, puesto que en los estudios controles, cuando se agruparon los registros de las mujeres que participaron, sin importar el día del ciclo en que se encontraban, los parámetros mencionados anteriormente no mostraron diferencias significativas.

Aunque no se obtuvieron muestras plasmáticas para determinar las concentraciones de hormonas gonadales, la regularidad con que se presentó el sangrado menstrual en las mujeres que participaron en el experimento, permite suponer que dichas hormonas mostraron las fluctuaciones cíclicas típicas, y por lo tanto se pueden establecer relaciones con los cambios electroencefalográficos observados.

Las mujeres que participaron en el estudio, presentaron trastornos premenstruales menores y ninguna de ellas mostró una severidad en los síntomas, como se observó en el cuestionario de trastornos premenstruales que se les aplicó. Por otro lado, Lamb y cols. (1953) con la tecnología disponible en esos años, encontraron que las manifestaciones de la tensión premenstrual no producen un efecto mayor en la actividad EEG que el observado en las mujeres sin trastornos premenstruales a pesar de la mayor labilidad emocional. Al parecer todas las mujeres manifiestan

síntomas premenstruales en algún grado durante el ciclo menstrual (Metcalf y cols. (1989).

Los resultados obtenidos en la correlación interhemisférica e intrahemisférica durante el ciclo menstrual mostraron ser un parámetro sensible a la acción de las hormonas gonadales sobre el SNC y que reflejaron cambios en la actividad del EEG.

La correlación interhemisférica en la condición de ojos cerrados, de las bandas de theta, alfa 1 y beta 2 fue mayor durante el periodo post-ovulatorio, (principios de la fase lútea), y menor en las etapas premenstrual, menstrual, post-menstrual e inmediatamente después de la ovulación. El aumento de la correlación interhemisférica podría relacionarse con los niveles de estrógenos y progesterona que se encuentran elevados en la etapa post-ovulatoria, y la CORINTER menor con bajos niveles hormonales.

Como se mencionó en la introducción, mientras más alto sea el valor de la correlación entre dos señales electroencefalográficas, mayor es la semejanza entre las dos señales y por lo tanto puede inferirse también una semejanza entre los procesos neurofisiológicos subyacentes (Shaw, 1984; Grindel, 1982; Harmony y cols., 1963; Corsi y cols., 1989). En el caso de las mujeres, el aumento de la correlación interhemisférica observado en este estudio, sugiere que la semejanza funcional entre los dos hemisferios es mayor durante la fase lútea, y que podría estar relacionada con los niveles de estrógenos y progesterona durante esa fase, puesto que la CORINTER es menor, cuando los niveles hormonales son relativamente bajos.

Los resultados de este estudio no permiten conocer la naturaleza neurofisiológica de los mecanismos responsables de la correlación interhemisférica, que probablemente son de naturaleza multifactorial. Se han propuesto diversas explicaciones para la semejanza entre dos señales EEG, algunos de ellos pasivos, por ejemplo, la distancia entre electrodos y la abundancia entre conexiones anatómicas entre las zonas registradas (Beaumont y cols., 1978). Sin embargo, las variaciones de la correlación interhemisférica de una etapa a otra del ciclo menstrual, indican que hay otros factores de naturaleza funcional, que son los responsables del grado de semejanza entre dos señales.

En las mujeres, un factor que parece influir sobre el grado de correlación interhemisférica, es la acción de las hormonas sexuales, que muestran fluctuaciones cíclicas durante el ciclo menstrual, muy semejantes a las variaciones de la CORINTER que se observaron en esta investigación.

Solamente se observaron cambios en la CORINTER en la condición de ojos cerrados, debido posiblemente a la reducción de la estimulación externa, como ha sido observado por Corsi y cols. (1988). Otros autores, han observado que la correlación interhemisférica es mayor durante los estados de relajación profunda y de meditación (Levine y cols., 1977; Shaw y cols., 1977; Orme-Johnson y Hynes, 1981).

La correlación intrahemisférica, también fue mayor durante el período post-ovulatorio para las bandas theta y alfa 1 y menor en la ovulación, pero a diferencia de la correlación interhemisférica, también mostró cambios en las bandas rápidas

beta 1 y beta 2 en la etapa premenstrual. Estos cambios, también podrían estar relacionados con los niveles de estrógenos y progesterona durante la fase lútea, ya que la CORINTRA disminuye en la menstruación cuando se decrecientan los niveles hormonales.

Los cambios observados en la correlación tanto interhemisférica como intrahemisférica, sugieren que las relaciones funcionales, entre las diversas zonas corticales, cambian durante el ciclo menstrual. El aumento de la CORINTER durante el período post-ovulatorio, puede indicar un acoplamiento entre zonas homólogas de los dos hemisferios y cuando se decrecienta la correlación en la fase premenstrual, el acoplamiento disminuye. En el caso de la CORINTRA que es mayor durante los períodos post-ovulatorio y premenstrual, puede indicar una menor diferenciación local entre zonas corticales dentro de un mismo hemisferio.

En la mujer no existen estudios sobre la correlación del EEG asociados al ciclo menstrual, y aunque la comparación entre especies siempre es difícil, hay un estudio reciente realizado en la rata cuyos resultados coinciden con los obtenidos en el presente estudio. Corsi y cols. (1991) observaron en la rata, que la correlación interhemisférica aumentó durante el proestro y el estro y disminuyó en el diestro, lo cual parece indicar que las hormonas sexuales influyen en la relación funcional interhemisférica de manera semejante en la rata.

Por otro lado, el aumento de la correlación intrahemisférica parece presentarse en situaciones que no son las óptimas para los sujetos. Se ha observado que esta correlación se

encuentra ligeramente aumentada en sujetos disléxicos (Sklar y cols., 1972; Leisman y Ashkenazi, 1980), en esquizofrénicos (Shaw y cols., 1979; Weller y Montagu, 1980), en pacientes arterioescleróticos o con demencia (O'Connor y cols., 1979), y en alcohólicos (Kaplan y cols., 1985). En estudios realizados en sujetos normales, se ha observado que la correlación interhemisférica también aumenta ligeramente con el procesamiento equivocado de tareas verbales y mixtas en los hombres (Corsi y col., 1988).

El aumento de la correlación intrahemisférica que se observó en los períodos post-ovulatorio y premenstrual en las mujeres, y que como se mencionó anteriormente, puede indicar una menor diferenciación local entre zonas corticales dentro de un mismo hemisferio, podría interpretarse de manera semejante. Bäckström y cols. (1983) observaron que desde el inicio de la fase lútea, el estado de ánimo de algunas mujeres empieza a cambiar hacia estados negativos, alcanzando un máximo en el período premenstrual. Creutzfeldt y cols. (1976) encontraron en un grupo de mujeres sin síntomas premenstruales, que el tiempo de reacción se lentifica durante la fase lútea, aunque de manera leve, con un mínimo uno o dos días antes o durante la menstruación.

Son numerosos los estudios que se han realizado para establecer una relación entre los niveles de las hormonas sexuales y los cambios en el estado de ánimo, que presentan algunas mujeres durante el ciclo menstrual. Sin embargo, las teorías que se han propuesto y los resultados que se han obtenido son inconsistentes y contradictorios (Bancroft y Bäckström, 1985). Los resultados obtenidos del análisis de la correlación de

la actividad electroencefalográfica en el presente estudio, probablemente no puedan explicar del todo los trastornos premenstruales, debido a que es difícil establecer una relación directa.

Sin embargo, dado que la correlación tanto interhemisférica como intrahemisférica es mayor durante el período post-ovulatorio y se decrementa en la fase premenstrual y menstrual y el estado de ánimo negativo se incrementa durante estas etapas como se mencionó en la introducción, es posible que los cambios en la correlación EEG se asocien de alguna manera con la conducta emocional. Los cambios de valores altos a bajos de la correlación EEG, pueden reflejar cambios entre los procesos neurofisiológicos subyacentes, lo que podría indicar que se están afectando cíclicamente los mecanismos que modulan o que se asocian con la conducta emocional, así como los mecanismos del sistema nervioso central que controlan otras conductas relacionadas con el ciclo menstrual. La diferencia de potencia absoluta en la banda de alfa 1 observada en las derivaciones occipitales (O1- O2) en los períodos ovulatorio, post-ovulatorio y menstrual, puede indicar que la actividad electroencefalográfica de un hemisferio con respecto a su homólogo es asimétrica durante estos períodos. Este hecho, probablemente, también se asocie de alguna manera con la conducta durante el ciclo menstrual en la mujer.

Las otras conductas asociadas con el ciclo menstrual, parecen estar relacionados con los cambios en los niveles hormonales que ocurren de un período a otro. Becker y cols. (1932) observaron que cuando ocurre la liberación de la hormona luteinizante (HL),

alrededor de la ovulación, las mujeres sin síntomas premenstruales, mejoran su ejecución motora y cognitiva en el período periovulatorio, y muestran una deficiencia en la ejecución en la etapa premenstrual cuando disminuyen los niveles hormonales.

En el presente estudio, la potencia absoluta (PA) también mostró cambios a lo largo del ciclo menstrual. La PA de la banda de alfa 2, con ojos cerrados, fue la única banda que mostró cambios significativos. La potencia de esta banda fue menor en la fase folicular, aumentó durante la fase lútea y se decrementó en la menstruación. El resto de las bandas no mostraron cambios significativos durante el ciclo menstrual, lo cual sugiere, que estas bandas son estables y por lo tanto no son sensibles a los cambios hormonales que ocurren durante el ciclo menstrual.

Con ojos abiertos, todas las bandas mostraron cambios significativos en la PA durante el ciclo menstrual. La PA disminuyó del período post-menstrual a la ovulación. A partir de la ovulación, la potencia se incrementó durante la fase lútea para alcanzar un pico máximo en el período premenstrual en el caso de las frecuencias bajas del espectro, delta, theta, alfa 1 y 2, cuando los niveles de estrógenos y progesterona son altos, y continuó incrementándose hasta alcanzar el máximo en la menstruación en el caso de las bandas rápidas, beta 1 y 2.

El cambio en la potencia de alfa observado en este estudio, coincide con los resultados obtenidos por Wuttke y cols. (1975) y Creutzfeldt y cols. (1976). Estos autores encontraron que la potencia de la banda de alfa, en el componente rápido (10.3 - 14.1 Hz), se incrementó durante la fase lútea y se decrementó

hacia la menstruación. La frecuencia de alfa también ha mostrado cambios alrededor de la ovulación con incrementos durante la fase lútea como lo han descrito Creutzfeldt y cols. (1976); Becker y cols. (1980 y 1982); Dusser de Barenne y Gibbs (1942); Lambs y cols. (1954); Pitot y Gastaut (1954).

Becker y cols. (1982) en cambio, encontraron que la potencia del factor alfa 0 (6.5 - 10.5 Hz) fue más alta en la fase folicular y la potencia del factor alfa 1 (9.5 - 10.5) fue más baja en la fase periovulatoria.

Los resultados de la PA de theta coinciden parcialmente con los observados por otros autores. Creutzfeldt y cols. (1976), observaron que la potencia de theta se decrementó en la ovulación y durante la fase lútea, aunque en esta última solo ligeramente. Nosotros observamos que la potencia de esta banda se decrementó significativamente en la ovulación, pero después se incrementó durante la fase lútea alcanzando la potencia más alta en el periodo premenstrual. Pitot y Gastaut (1954), encontraron que las frecuencias correspondientes a theta se incrementan durante el periodo post-ovulatorio y menstrual, y Becker y cols. (1980, 1982) observaron que la frecuencia ponderada de theta fue más alta en la fase folicular, se decrementó en la ovulación y durante la fase lútea y se incrementó en la menstruación.

Los cambios en la PA de beta no son consistentes con los obtenidos por otros autores. Por una parte, Pitot y Gastaut (1954) observaron que la frecuencia de la banda de beta mostró incrementos antes de la menstruación, mientras que Becker y cols. (1982) observaron que la potencia absoluta de beta 1 y 2 se incrementó significativamente durante la fase folicular

relacionándose con bajos niveles de progesterona.

La potencia absoluta de la banda de delta que mostró el valor más alto en el periodo premenstrual y el más bajo en la ovulación, no ha sido descrito anteriormente. Posiblemente se deba a que esta banda ha sido poco estudiada en la vigilia, debido a que tiene el rango de frecuencias más lento del espectro y porque es característica de las fases III y IV del sueño lento.

Aunque nosotros no medimos los niveles hormonales en la sangre, los cambios observados en la PA podrían estar relacionados con el incremento en los niveles de estrógenos y de progesterona que se han descrito durante el ciclo menstrual (Ferin y cols., 1973; Wuttke y cols., 1975; Creutzfeldt y cols., 1976; Becker y cols., 1980 y 1982; Fritz y Speroff 1982 y 1983). Los incrementos de la PA observados durante la fase lútea podrían estar relacionados con algún efecto de la progesterona sobre la actividad cerebral. Becker y cols. (1980) observaron en el hombre, que los compuestos progestacionales son los que provocaron cambios EEG en la frecuencia del ritmo alfa muy semejantes a los observados durante el ciclo menstrual en las mujeres, mientras que los estrógenos no influyeron en ningún parámetro del EEG. Por lo cual, concluyeron que la progesterona es la que produce los cambios en la banda de alfa durante la fase lútea.

Es probable que tales efectos sean el resultado de una acción de los esteroides gonadales sobre la actividad del SNC que afectan el sistema de neurotransmisores. En experimentos con animales se ha observado que el efecto más fuerte de los esteroides gonadales se ejerce sobre los sistemas adrenérgico, dopaminérgico y serotoninérgico (Weiner y Ganong, 1978). Estos

sistemas monoaminérgicos están involucrados en mediación de mensajes vegetativos en el SNC y la retroalimentación de los esteroides a los centros hipotalámicos que gobiernan la liberación de las hormonas de la pituitaria. Además, se conoce que las neuronas monoaminérgicas también innervan estructuras corticales y del sistema límbico que modulan la conducta emocional (Ungerstedt, 1971). De ahí, tal vez se pueda explicar por qué se altera la conducta emocional durante el ciclo menstrual.

Además de los aumentos de la PA en la fase lútea, la proporción o potencia relativa (PR) de las bandas de theta, alfa 1, alfa 2, beta 1 y beta 2 cambió durante el ciclo menstrual. La proporción mayor la mostró la banda de theta con ojos abiertos, y la banda de alfa 2 con cerrados. En ambas condiciones la proporción menor la mostraron las bandas de beta 1 y beta 2.

Sin embargo, cualquier comparación de la PR entre los diferentes experimentos es difícil de establecer ya que la PR depende directamente de los parámetros utilizados para obtener la proporción, como por ejemplo, el número y la división de las bandas involucradas.

La PR de la banda de theta se incrementó a partir de la ovulación y se decrementó a finales de la etapa premenstrual. Estos resultados no coinciden por los obtenidos por Gautray (1969), quien encontró que la PR de theta se incrementó durante la fase proliferativa y se decrementó en la ovulación. Becker y cols. (1980) observaron que la PR de theta se decrementó después de la ovulación y se mantuvo baja durante la fase lútea comparada con la fase folicular para incrementarse después de la

menstruación.

La proporción de theta parece coincidir, primero con la acción de los estrógenos en la ovulación y después con los estrógenos y la progesterona durante la fase lútea, lo cual podría explicar el decremento antes de la menstruación.

Es interesante observar que la proporción de las bandas de alfa 1 y alfa 2 es semejante en la ovulación, y después de esta etapa, la proporción de alfa 2 se incrementa durante la fase lútea al mismo tiempo que la de alfa 1 se decrementa en la misma etapa. En la menstruación la proporción de estas bandas vuelve a ser semejante. Estos resultados pueden coincidir con los obtenidos por Gautray (1969), quién encontró que los valores de la potencia relativa de alfa fueron muy bajos inmediatamente antes de la ovulación, y muchos más altos al final del ciclo. Becker y cols. (1970) observaron que la PR de alfa fue menor en la ovulación, se incrementó durante la fase lútea y se decrementó en la menstruación.

En el presente estudio, el incremento de Alfa 2 y el decremento de alfa 1, parecen decir que pesan más los componentes rápidos dentro de la misma banda de alfa. El efecto conjunto de estrógenos y progesterona podría tal vez estar influyendo sobre los componentes rápidos.

La PR de la banda de beta 1 y beta 2 se incrementó en la menstruación. Estos resultados no coinciden con los obtenidos por Becker y cols. (1972) quienes observaron que la potencia de beta 1 y beta 2 se incrementó durante la fase folicular comparada con la fase lútea asociado con bajos niveles de progesterona. Aunque los resultados descritos no sean consistentes con los obtenidos

en el presente estudio, se puede sugerir que la banda de beta también es sensible a los cambios hormonales que ocurren durante el ciclo menstrual.

Por otra parte, los cambios mostrados por las bandas de theta, alfa y beta en el presente estudio, se pueden relacionar con la conducta de la siguiente manera.

El ritmo theta que se registra principalmente en el hipocampo, una estructura que forma parte del sistema límbico, encargado de modular la conducta emocional, se ha asociado con estados emocionales producidos por estímulos tanto placenteros como displacenteros (Walter, 1950; 1953; Clemente y cols., 1964; con la atención (Arnolds y cols., 1980; Misuki y cols., 1982), con la producción de imágenes (Green y Green, 1977) y con períodos de adaptación al medio ambiente (Soroko, 1981).

El incremento de la potencia de theta durante la fase lútea, podría relacionarse con la labilidad emocional que se observa en la etapa premenstrual, que dependiendo de los estímulos sociales, se traducen en una mejoría o empeoramiento del estado de ánimo. Los estados de depresión, de ansiedad, de irritabilidad se presentan en algunas mujeres con mayor frecuencia durante la etapa premenstrual, y nosotros observamos que es, en este período cuando la potencia absoluta y relativa de la banda de theta alcanza valores altos para decrementarse en la menstruación.

De acuerdo con la teoría informacional de las emociones de Simonov (1966), la naturaleza de la emoción depende básicamente de la información que contiene el estímulo que la suscita y puede dividirse en dos grupos: 1) aquella que surge durante la ejecución de acciones demandadas por estímulos reales en el medio

ambiente externo y 2) aquélla que surge como respuesta a memorias o estímulos internos. En ambos casos se experimenta una emoción, pero las respuestas fisiológicas que acompañan a cada una es diferente y lo que determina la respuesta electroencefalográfica, sería la movilización de la atención hacia los estímulos externos reales o hacia los engramas internos para extraer información (Simonov y Rusalova, 1980). Cuando un sujeto está esperando recibir un choque eléctrico nociceptivo cutáneo, se observa una atenuación del ritmo alfa y un aumento en la frecuencia cardíaca, mientras que la reproducción mental del choque se acompaña por un atenuación pequeña de alfa y en algunos casos de incremento de la amplitud de alfa. En el primer caso, la atención que está dirigida hacia el medio externo provoca una reacción de orientación, y por eso se acompaña de beta, mientras que en el segundo caso, la atención está dirigida hacia el interior provocando una activación de los engramas internos y por lo tanto se acompaña de ritmo alfa o incluso de theta. De acuerdo con Simonov y Rusalova (1980), el ritmo theta representa, además de la activación del sistema límbico, la activación de engramas internos.

El aumento en la banda de alfa durante la fase lútea cuando el estrés emocional es mayor podría reflejar este estado. Simonov y Rusalova (1980) encontraron que durante la representación mental de un choque nociceptivo, la potencia de alfa aumenta así como la frecuencia cardíaca; o bien de acuerdo con los mismos autores, el ritmo alfa en estas condiciones puede reflejar la atención hacia estímulos o engramas internos, en vez de hacia el exterior.

En otros estudios se ha observado una relación entre alfa y tensión emocional. Ramos y Corsi (1989) observaron que el llanto de un bebé produce un incremento en la potencia de alfa, mientras que una música agradable un decremento.

La ansiedad también produce un aumento en el nivel de la banda de alfa. Nowak y Marczyński (1981), observaron que sujetos con ansiedad alta muestran mayor aumento de alfa que los sujetos de ansiedad baja en respuesta a un estímulo sonoro y a preguntas indiscretas. En sujetos deprimidos también se ha observado un incremento en la potencia de alfa en el hemisferio derecho (Flor-Henry y Koles, 1984).

El ritmo beta conductualmente se ha asociado con la focalización de la atención, con la preocupación y con los estados de alertamiento, y se ha considerado como un reflejo de los niveles de activación general. En el presente estudio, el incremento en la potencia absoluta y relativa de beta en la menstruación, se pueden relacionar con el nivel de activación general mediado por la formación reticular. Esto podría estar reflejando los estados de irritabilidad que presentan algunas mujeres en los períodos premenstrual y menstrual, aunque en este estudio, el aumento de beta sólo se presentó durante la menstruación.

Por otra parte, los cambios observados tanto en la correlación interhemisférica como intrahemisférica y en la potencia absoluta en el presente estudio, se pueden relacionar con otros trabajos que han estudiado la ejecución en las mujeres y que se ve afectada durante el ciclo menstrual, como se mencionó

en la introducción. Becker y cols. (1980 y 1982) observaron en un grupo de mujeres, que la ejecución óptima a diversas pruebas ocurrió durante los períodos periovulatorio y un empeoramiento en la etapa perimenstrual; Creutzfeldt y cols. (1976) observaron una lentificación en el tiempo de reacción durante la fase lútea, correlacionado inversamente con la frecuencia alfa.

Con base en los resultados obtenidos en el presente trabajo, parece ser que, la ejecución óptima ocurre cuando la correlación interhemisférica de la actividad EEG tiende a ser mayor, alrededor de la ovulación, aunque no significativamente, y la correlación se decrementa inmediatamente después. Esto quiere decir, que el acoplamiento entre los dos hemisferios tiende a ser mayor, y que hay una mayor diferenciación local entre las zonas corticales dentro de un mismo hemisferio, es decir, cuando la CORINTRA es mayor, con menor PA. La deficiencia en la ejecución durante el período premenstrual, se puede relacionar con el aumento de la potencia absoluta y la disminución de la CORINTER en esa etapa.

El empeoramiento en la ejecución y el aumento de la PA, coinciden con los resultados obtenidos por otros autores. Arce y cols. (1991) observaron que la ejecución más pobre en pruebas de inteligencia y de habilidad específica se asocia con incrementos en la potencia absoluta tanto en hombres como en mujeres. Ugalde y cols. (1991) han observado que el aumento de la potencia absoluta está asociado a estados disfuncionales no patológicos, como por ejemplo, la privación de sueño en ratas.

El propósito de registrar la actividad EEG en las condiciones de ojos cerrados y abiertos, fue para estudiar la estabilidad del

EEG en estas dos situaciones durante el ciclo menstrual. Los resultados obtenidos en la PA y en la CORINTRA, mostraron más cambios con ojos abiertos que con cerrados; en la PR los cambios fueron semejantes en ambas condiciones, mientras que en la CORINTER, únicamente hubo cambios con ojos cerrados.

Los resultados obtenidos en la PA indican que hubo mayor estabilidad con ojos cerrados, ya que solamente la banda de alfa 2 mostró cambios significativos, debido probablemente, a la reducción de la estimulación sensorial. En cambio, con ojos abiertos todas las bandas mostraron cambios en los 12 registros EEG efectuados en las mujeres, lo cual puede indicar una mayor activación sensorial como respuesta a la estimulación del medio ambiente. Sin embargo, Lynch y cols. (1976) en un estudio sobre la estabilidad del ritmo alfa entre sesiones, observaron que fue más estable con ojos abiertos que con cerrados.

En el presente estudio, la técnica fisiológica de registro de la actividad eléctrica cortical que se utilizó, permitió observar cambios importantes en la correlación interhemisférica e intrahemisférica del EEG durante el ciclo menstrual en la mujer, que no habían sido descritos hasta ahora. Este estudio, permite inferir que durante el ciclo menstrual, cambian las relaciones funcionales entre las zonas de la corteza tanto interhemisféricas como intrahemisféricas. Estos cambios, probablemente se asocian de alguna manera con la conducta emocional, y abre la posibilidad de estudiar los trastornos premenstruales que sufren algunas mujeres desde otro campo de la investigación que no había sido contemplado.

Los parámetros analizados mostraron ser sensibles a la acción

de las hormonas gonadales sobre el SNC y que se reflejó con cambios en la actividad electroencefalográfica durante el ciclo menstrual. El sistema de captura de la señal computarizada fue óptimo y permitió que el análisis de la señal EEG registrada en los diferentes períodos del ciclo menstrual fuera relativamente rápida y precisa. De esta manera, se cumplieron los objetivos que se plantearon en el presente estudio.

Los resultados obtenidos en el presente estudio, contribuyen a conocer un poco más acerca de lo que ocurre con la actividad electroencefalográfica, durante el ciclo menstrual en la mujer.

BIBLIOGRAFIA

- Abramovitz M. y Dubrousky B. CNV characteristics throughout the normal menstrual cycle. Brain Res. 1980, 54: 441-446.
- Alcaraz M., Guzmán Flores C., Salas, M. y Beyer, C. Effect of estrogen on the responsivity of hypothalamic and mesencephalic neurons in the female cat. En: Sexual Hormones: Influences on the Electrophysiology of the Brain. (Ed). Alcaraz et al, MSS Information Corporation, New York, 1974, pp. 10-17.
- Andersen, A.N., Larsen, J.F. y Steenstrup, O.R. Effects of bromocriptine on the premenstrual syndrome: A double blind clinical trial. Br. J. Obstet. Gynaecol. 1977, 84: 370.
- Andersch, B., Abrahamsson, L., Wendestam, C. Hormone profile in premenstrual tension: Effects of bromocriptine and diuretics. Clin. Endocrinol. 1979, 11: 657.
- Arce, C., Corsi-Cabrera, M., Ramos, J. y Guevara, M.A. Características electroencefalográficas de la habilidad espacial en sujetos con puntajes extremos. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas, 1991, Clin. 36, pag. 87.
- Arnolds, D.E.A.I., Lopes da Silva, F.H., Aitnik, J.W., Kamp, A. y Boeijinga, P. The spectral properties of hippocampal EEG in man. EEG Clin Neurophysiol. 1980, 50: 324-328.
- Bäckström, T., Carstensen, H. Estrogen and progesterone in plasma in relation to premenstrual tension. J. Steroid Biochem. 1974, 5: 257-260.
- Bäckström, T. y Mattsson, B. Correlation of symptoms in premenstrual tension to oestrogen and progesterone concentration in blood plasma. A preliminary study. Neuropsychobiology 1975, 1, 80-86
- Bäckström, T., Wide, L., Soderga, R. FSH, LH, TeBG-capacity, estrogen and progesterone in women with premenstrual tension during the luteal phase. J. Steroid Biochem. 1976, 7: 473.
- Bäckström, T. Epileptic seizures in women related to plasma estrogen and progesterone during the menstrual cycle. Acta Neurol. Scandinav. 1976, 54: 321-347.
- Bäckström, T. y Aakvaag, A. Plasma prolactin and testosterone during the luteal phase in women with premenstrual tension syndrome. Psychoneuroendocrinology 1981, 6: 245.
- Bäckström, T., Sanders, D., Leask, R., Davidson, D., Warner, P. y Bancroft, J. Mood, sexuality, hormones and the menstrual cycle. II Hormone levels and their relationship to the premenstrual syndrome. Psychosomatic Medicine 1983, 45: 506-507.

Bancroft, J. y Bäckström, T. Premenstrual Syndrome Review. Clinical Endocrinology 1985, 22: 313-336.

Bancroft, J., Cook, A. y Williamson, L. Food craving, mood and the menstrual cycle. Psychosomatic Medicine 1988, 18: 855-860.

Barraclough, C.A. y Cross, B.A. Unit activity in the hypothalamus of the cyclic female rat: effect of genital stimuli and progesterone. En: Sexual Hormones: Influences on the Electrophysiology of the Brain. (Ed). Alcaraz et al. MSS Information Corporation, New York, 1974, pp. 18-36.

Beaumont, J.G., Mayes, A.R. y Rugg, M.D. Asymmetry in EEG alpha coherence and power: Effects of task and sex. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 1978, 15: 393-401.

Becker, D., Creutzfeldt, O.D., Schwibbe, M. y Wuttke, W. Electrophysiological and psychological changes induced by steroid hormones in men and women. Acta Psychiat Belg. 1980, 80: 679-697.

Becker, D., Schwibbe, M. y Wuttke, W. Effects of gonadal steroid on EEG and performance in the human. In: Gonadal Esterooids and Brain Function. W. Wuttke & R. Horowski (Eds). Exp. Brain Res. (Suppl 3), 1981.

Becker, D., Creutzfeldt, O.D., Schwibbe, M. y Wuttke, W. Changes in physiological, EEG and psychological parameters in women during the spontaneous menstrual cycle and following oral contraceptives. Psychoneuroendocrinology 1982, 7(1): 75-90.

Beyer, C., Ramirez, D., Whitmoyer, D.I., y Sawyer, C.H. Effects of hormones on the electrical activity of the brain in the rat and rabbit. En: Sexual Hormones: Influences on the Electrophysiology of the Brain. (Ed). Alcaraz et al. MSS Information Corporation, New York, 1974, pp. 39-59.

Brow, P.M. Menstrual rhythms in sensory processes: A review of fluctuations in vision, olfaction, audition, taste and touch. Psychological Bulletin. 1983, 93(3): 539-548.

Brück, K. Functions of the endocrine system. En: Human Physiology. R.F. Schmidt y G. Thoms (Eds). Springer-Verlag Berlin, Hudeberg, New York, 1983 pp. 656-687.

Carlberg, K.A., Buckman, M.T., Peake, G.T. y Riedesel, M.L. A survey of menstrual function in athletes. European Journal of Applied Physiology 1983, 51: 211-222.

Cervantes, M., Ruelas, R. y Beyer, C. Progesterona facilitation of EEG synchronization in response to milk drinking in female cats. Psychoneuroendocrinology 1979, 4(3): 245-251.

Cohen, I.T., Sherwin, B.B., Fleming, A.S. Food craving, mood and the menstrual cycle. Horm. Behav. 1987, 21(4): 457-470.

Corsi-Cabrera, M., Gutiérrez, S., Ramos, J. y Arce, C. Interhemispheric correlation of EEG activity during successful and unsuccessful cognitive performance. International Journal of Neuroscience, 1988, 39: 253-259.

Corsi-Cabrera, M., Ramos, J. y Meneses, S. Effect of normal sleep deprivations on interhemispheric correlation during subsequent wakefulness in man. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology 1989, 72: 305-311.

Corsi-Cabrera, M., Juárez, J., Ponce de León, M., Velázquez, P., Ramos, J. Cambios en el EEG relacionados al ciclo estral de la rata. XXXIV Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas, Colima, Col., 1991.

Chesney, M.A. y Tasto, D.L. The development of the menstrual symptom questionnaire. Behaviour Research and Therapy 1975, 13: 237-244.

Chhina, G.S., Chakrabarty, A.S., Kaur, K. y Anand, B.K. Electroencephalographic responses produced by genital stimulation and hormone administration in sexually immature rhesus monkeys. En: Sexual Hormones: Influences on the Electrophysiology of the Brain. Alcaraz, M. et al (Eds), MSS Information Corporation, New York, 1974, pp. 10-17.

Clemente, C.P., Sterman, M.B. y Wyrwicka, W. Postreinforcement EEG synchronization during aliment behavior. EEG Clin. Neurophysiol. 1964, 355-365.

Creutzfeldt, O.D., Arnold, P.M., Becker, D., Langenstein, S., Tirsch, W., Wilhelm, H., y Wuttke, W. EEG changes during spontaneous and controlled menstrual cycles and their correlation with psychological performance. Electroenceph. Clin. Neurophysiol. 1976, 40: 113-131.

Dalton, K. Menstruation and accidents. Br. Med. J. 1960 a., 2: 1425-1426.

Dalton, K. Effects of menstruation on schoolgirl y weekly work. Br. Med. J. 1960 b., 1: 326-328.

Dalton, K. The Premenstrual Syndrome. Springfield, III Charles C. Thomas, 1964.

Dalton, K. The Menstrual Cycle. Penguin Books LTD. Harmondsworth, Inglaterra, 1969.

Dennerstein, L., Spencer-Garner, C. y Burrows, G. D. Mood and the menstrual cycle. J. Psychiat. Res. 1984, 18(1): 1-12.

Dorner, G., Docke, F. y Moustafa, S. Differential localization of a male and a female hypothalamic mating centre. J. Reprod. Fert., 1968, 17: 583-586.

Doty, R.L., Snyder, F.J., Muggins, K.G. Endocrine, cardiovascular and psychological correlated of olfactory sensitivity changes during the human menstrual cycle. J. Comp. Physiol. Psychol., 1981, 95(1): 45-60.

Dumbar, R.T. y Dumbar, E.P. Dominance and reproductive success among female Gelada Baboons. Nature, 1977, 266: 351-352.

Dusser De Barenne, D. y Gibbs, F.A. Variations in the electroencephalogram during the menstrual cycle. Am. J. Obst. and Gynec., 1942, 44: 687-693.

Eisenfeld, A.J. y Axelrod, J. Selectivity of estrogen distribution in tissues. J. Pharmacol. Exp. Therapeut., 1965, 150: 469-475.

Elgren, J. y Lowenhard, P. A factor analysis of the human EEG. Reports from the Psychological Laboratory, 1969, University of Göteborg, Sweden.

Ferin, J., Thomas, K y Johansson, E.D.B. Ovulation Detection. En: Human reproduction: Conception and Contraception. E.S.E. Hafez y T.N. Evans (Eds.) Harper & Row, New York, London, 1973, pp. 260-283.

Fleck, K.M. y Polich, J. P300 and the menstrual cycle. Electroencephalogr. Clin Neurophysiol., 1988, 71(2): 157-160.

Flor-Henry, P. y Koles, Z.J. Statistical quantitative EEG studies of depression, mania, schizophrenia and normals. Biological Psychology 1984, 19: 257-279.

Frank, R.T. The hormonal cause of premenstrual tension. Archs. Neurol. Psychiat., London, 1931, 26: 1053.

Fritz, M.A. y Speroff, L. The endocrinology of the menstrual cycle: The interaction of folliculogenesis and neuroendocrine mechanisms. Fertil Steril., 1962, 38: 509.

Fritz, M.A. y Speroff, L. Current concepts of the endocrine characteristics of normal menstrual function: The key to diagnosis and management of menstrual disorders. Clinical Obstetrics and Gynecology, 1983, 26(3): 647-689.

Ganong, W.F. Manual de Fisiología Médica. El Manual Moderno S.A. México, D.F., 1976.

Gautray, J.P. Quantitative analysis of EEG variations during spontaneous or restored menstrual cycle. Neuroendocrinology, 1962, 5(5): 368-373.

Gibbs, F.A. y Reid, D.E. The electroencephalogram in EEG pregnancy. Amer. J. Obstet. Gynec. 1942, 44:672-675.

Gómez Ruiz, J. y Saucedo, G.S.M. El intento de suicidio y el ciclo menstrual. Revisión de 200 casos. Rev. Méd. del IMSS. Méx. 1978, 17: 291-298.

Glass, G.S., Heniger, G.R., Lansky, M. Psychiatric emergency related to the menstrual cycle. Am. J. Psychiatry 1971, 128: 705:711.

Glick, I.D. y Bennett, S.E. Psychiatric complications of progesterone and oral contraceptives. Journal of Clinical Psychopharmacology, 1981, 1(6): 350-367.

Green, E. y Green, A. Beyond biofeedback. New York: Delta, 1977. En Starkor, S. Toward a psychophysiology of waking fantasy: EEG studies. Perc. and Motor Skills, 1982, 55: 891-902.

Greene, R. y Dalton, K. The premenstrual syndrome. Br. Med. J. 1953, 1: 1007-1013.

Grindel, O.M. Optimal level of EEG coherence and its role of the state of human brain functions. Neurosci. Behav. Psysiol. 1982, 12(3): 199-206.

Guevara, M.A. y Zarabozo, D. Captura automatizada de senales analógicas. Comunicaciones Técnicas de la Facultad de Psicología, UNAM, No. 10, 1985, 1990.

Guevara, M.A. y Zarabozo, D. Grafited: Graficación de senales bioelectricas. Manual de Operación. Comunicaciones Técnicas de la Facultad de Psicología, UNAM, No. 14, 1985, 1990.

Gyermek, L., Genter, G. y Fleming, N. Some effects of progesterone and related steroids on the central nervous system. Int. J. Neuropharmacol. 1967, 5: 191-198.

Harmony, T., Otero, G., Ricardo, J. y Fernández G. Polarity coincidence correlation coefficient and signal energy ratio of the ongoing EEG activity. I. Normative data. Brain Reseach. 1973, 61: 133-140.

Harvey, S.M. Female sexual behavior: fluctuations during the menstrual cycle. Journal of Psychosomatic Research, 1967, 31(1): 101-110.

Heuser, G., Ling, G.M. y Kluver, M. Sleep induction by progesterone in the presoptic area in cats. Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. 1967, 22: 122-127.

Hoon, P., Bruce, K. y Kinchloe, B. Does the menstrual cycle play a role in sexual arousal? Psychophysiology, 1982, 19: 21-27.

Iglesias, T., Camarasa, E. y Centelles, N. Transtornos de la Menstruación. Biblioteca de Psicología y Psiquiatría y Salud, 1987, Serie Salud 2000. Ed. Martinez Roca.

Jasper, H.H. The ten twenty electrode system of the international federation. EEG. Clin. Neurophysiol. 1958, 10:371-375.

John, E.R., Ahn, H., Pritchep, L., Trepetin, M., Brown, D. y Kaye, H. Developmental equations for the EEG. Science 1980, 210: 1255-1258.

John, E.R. Evaluación neurométrica de las disfunciones cognitivas. En: Daño Cerebral. T. Harmony y V.M. Alcaraz (eds). Edit. Trillas, México, 1987, pp. 180-234.

Jost, H. y Hills, T.S. Changes in EEG frequency, respiration and blood pressure during the menstruation cycle. Electroenceph. Clin. Neurophysiol. 1950, 2: 216.

Kaplan, F.F., Glueck, B.C., Hesselbrock, M.N. y Reed, H.B.C. Jr. Power and coherence analysis of the EEG in hospitalized alcoholic and non alcoholic controls. J. Stud. Alcohol. 1985, 46: 122-127.

Kirk, R.E. Experimental Design: Procedures for the behavioral sciences. Brooks/Cole Pub. Co. United States, 1968.

Komisaruk, B.R., McDonald, P.G., Whymoyer, D.I. y Sawyer, C.H. Effects of progesterone and sensory stimulation on EEG and neuronal activity in the rat. Experimental Neurology, 1967, 19: 494-507.

Klaiber, E.L., Broverman, D.M., Vogel, W., Kobayashi, Y. Estrogen therapy for severe persistent depressions in women. Arch. Gen. Psychiatry, 1979, 36: 550-554.

Laidlaw, J. Catamenial epilepsy. Lancet, 1965, 271: 1235-1237.

Lamb, W.M., Ulett, G.A., Masters, W.H. y Robinson, D.W. Premenstrual Tension: EEG, hormonal and psychiatric evaluations. Am. J. Psychiat., 1953, 109: 840-848.

Landgren, S., Backstrom, T. y Kalistratov, G. The effect of progesterone on the spontaneous interictal spike evoked by the applications of penicillin to the cats cerebral cortex. Journal of the Neurological Science, 1978, 36: 119-133.

Lauersen, N.H. y Stukan, E. PMS Premenstrual Syndrome and YOU. Nueva York: Simon & Schuster, Inc., 1983.

Leary, P.M. y Batho, K. Changes in the electroencephalogram related to the menstrual cycle. S. Afr. Med. J. 1979, Apr. 21: 55 (17): 666.

Lehrman, D.S. Gonadal hormones and parental behavior in birds and infrahuman mammals. pp. 1268-1302. En: Sex and Internal Secretions. W.C. Young (Ed). Williams & Wilkins Co. Baltimore, 1961.

Leisman, G. y Ashkenazi, M. Aetiological factors in dyslexia. IV Cerebral hemispheres and functionally equivalent. Neuroscience, 1980, 11: 157-184.

Levine, P.H., Herbert, J.R., Haynes, C.T. y Strobel, U. EEG coherence during the transcendental meditation technique. En: Scientific Research on the Transcendental Meditation Program. Program. Collected papers 5 Vol. 1. D.W. Orme-Johnson y J.T. Farrow. (Eds) Maharishi European Research, University Press, Rheinweile, 1977.

Lincoln, D.W. Unit activity in the hypothalamus, septum and preoptic area of the rat: characteristics of spontaneous activity and the effects of oestrogen. J. Endocrin. 1967, 37: 177-189.

Lincoln, D.W. Effects of progesterone on the electrical activity of the forebrain. En: Sexual Hormones: Influences on the Electrophysiology of the Brain. M. Alcaraz et al. (Eds). MSS. Information Corporation, New York, 1974, pp. 89-113.

Lincoln, D.W. y Cross, B.A. Effect of oestrogen on the responsiveness of neurones in the hypothalamus, septum and preoptic area of rats with light-induced persistent oestrus. J. Endocrin. 1967, 37: 191-203.

Lindsley D.B. y Rubenstein, B.B. Relationship between brain potentials and some other physiological variables. Proc. Soc. Exp. Biol. 1937, 35: 5-58.

Lisk, R.D. Diencephalic placement of oestradiol and sexual receptivity in the female rat. Am. J. Physiol. 1962, 203: 493-496.

Lisk, R.D. Sexual behavior: Hormonal control. En: Neuroendocrinology, Vol.2, pp. 197-239. L. Martini y W.F. Ganong (Eds). Academic Press, New York, 1967.

Logothetis, J. y Harner R. Electrocortical Activation by Estrogen. En: Sexual Hormones: Influences on the Electrophysiology of the Brain. M. Alcaraz et al (Eds). MSS Information Corporation, New York, 1974, pp. 114-121.

Mandell, A.J. y Mandell, M.P. Suicide and the menstrual cycle. J. Amer. Med. Assoc. 200, 1967, 200: 792-793.

Matousek, M. y Petersén, I. Frequency analysis of the EEG in normal children (1-15 years) and in normal adolescents (16-21 years). En: Automation of Clinical Electroencephalography. P. Fellaway y I. Petersén (Eds.). Raven Press, New York, 1973, pp. 75-102.

Mauri, M., Reid, R.L. y MacLean, A.W. Sleep in the menstrual phase: A self report study of PMS patients and normal controls. Acta Psychiatr. Scand., 1988, 78: 82-86.

Matsumoto, S., Tamada, T. y Konuma, S. Endocrinological analysis of environmental menstrual disorders. Int. J. Fertil., 1979, 24(4): 233-239.

Metcalf, M.G., Livesey, J.H., Wells, J.E. y Braiden, V. Mood cyclicality in women with and without the premenstrual syndrome. Journal of Psychosomatic Research. 1989, 33(4): 407-418.

Michael, R.P. Oestrogen in the central nervous system. Brit. Med. Bull., 1965, 21: 87-90.

Michael, R.P., Zaayman, G. y Zumpe, D. Inhibition of sexual receptivity by progesterone in rhesus monkeys. J. Endocr., 1967, 39: 309.

Michael, R.P. y Zumpe, D. Aggressive and gonadal hormones in captive rhesus monkeys (*Macaca Mulatta*). Animal Behavior, 1970, 18: 1-10.

Midgley, A.R., Gay, V.L., Keye, P.L. y Hunter, J.S. Human reproductive endocrinology. En: Human Reproduction: Conception and Contraception. E.S.C. Hafez (Ed). Harper & Row, New York, 1973, pp. 201-236.

Misuki, Y. Periodic appearance of frontal midline theta activity during performance of sensory motor task. Folia Psychia. Neurol. Jpn, 1982, 36: 375-381.

Morin, L.P. y Feder, H.H. Inhibition of lordosis behavior in ovariectomized Guinea Pigs by mesencephalic implants of progesterone. Brain Research, 1974, 70: 71-80.

Morin, L.P. y Feder, H.H. Hypothalamic progesterone implants and facilitation of lordosis behavior in estrogen-primed ovariectomized Guinea Pigs. Brain Research, 1974, 70: 81-93.

Moyer, K.E. Sex differences in aggression. En: Sex Differences in Behavior. R.C. Friedman, R.M. Richart y R.L. Vande Wiele (Eds). R.E. Krieger Publishing Company, Huntington, New York, 1978, pp.350-356.

Munday, M., Brush, M.C. Progesterone and aldosterone levels in the premenstrual tension syndrome. J. Endocrinology, 1977, pp. 73-21.

Munday, M.R., Brush, M.C., Taylor, R.W. Correlations between progesterone, oestradiol and aldosterone levels in the premenstrual syndrome. Clin. Endocrinol., 1981, 14: 1.

Nowak, S.M. y Marczynski, T.J. Trait anxiety is reflected in EEG alpha response to stress. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 1981, 52: 175-191.

O'Brien, P.M.S., Selby, C., Symonds, E.M. Progesterone, fluid and electrolytes in premenstrual syndrome. Br. Med. J., 1980, 1: 1161.

O'Connor, K.P., Shaw, J.C. y Ongley, C.O. The EEG and differential diagnosis in psychogeriatrics. Brit. J. Psychiat., 1979, 135: 156-162.

Oppenheim, G. A case of rapid mood cycling with estrogen: Implications for therapy. J. Clin. Psychiatry, 1984, 45: 34-35.

Orme-Johnson, D.W. y Haynes, C.T. EEG phase coherence, pure consciousness, creativity and TM-Shidi experiences. Int. J. Neurosci., 1981, 13: 211-218.

Pitot, M. y Gastaut, T.H. EEG changes during the menstrual cycle. Electroenceph. Clin. Neurophysiol., 1954, 6: 162.

Powers, J.B. Facilitation of lordosis in ovariectomized rats by intracerebral progesterone implants. Brain Research, 1972, 48: 311-325.

Priar, D. y Keiner, M. Atlas of estradiol concentrating cells in the central nervous system of the female rat. J. Comp. Neurol., 1973, 151: 121-158.

Price, W. Premenstrual tension syndrome in rapid cycling bipolar affective disorder. J. Clin. Psychiatry, 1986, 47(6): 415-417.

Ramos, J. y Corsi-Cabrera, M. Does brain electrical activity react to music? International J. of Neurosciences, 1989, 47: 351-358.

Rodgers, C.H. y Law, O.T. Effects of chemical stimulation of the limbic system on lordosis in female rats. Physiol. Behav., 1968, 3: 241-246.

Ross, J., Claybaugh, C., Clemens, L.G. y Gorski, R.A. Short latency induction of estrous behavior with intracerebral gonadal hormones in ovariectomized rats. Endocrinology, 1971, 89: 32-38.

Rubinov, D.R. y Roy-Byrne, P. Premenstrual syndromes: Overview from a methodologic perspective. Am. J. Psychiat., 1984, 141: 163-172.

Sar, M. y Stumpf, W. Neurons of the hypothalamus concentrate C3H progesterone or its metabolites. Science, 1971, 182: 1266-1268.

Seiki, K., Miyamoto, M., Yamashita, A. y Kotani. Further studies on the intake of labelled progesterone by the hypothalamus and pituitaria of rats. J. Endocr., 1969, 43: 129-130.

Selye, H. Correlation between the chemical structure and the pharmacological actions of the steroids. Endocrinol., 1942, 30: 437-458.

Simonov, P.V. Dynamic stereotype and physiology of emotions. 10th International Psychological Congress, Symposium 3, Moscow State University, 1966, pp. 97-100.

Simonov, P.V. y Rusalova, M.N. Electroencephalographic correlates of human emotional stress. Aviat. Space Environ Med., 1980, 51 (10): 1109-1111.

Somerville, B.W. The role of progesterone in menstrual migraine. Neurology, 1971, 21: 853-859.

Soroko. Structural changes in the EEG during adaptation in Antarctica. Hum. Physiol., 1981, 7: 401-408.

Shaw, J.C., O'Connor, K.P. y Ongley, C. The EEG as a measure of cerebral functional organization. Brit. J. Psychiat., 1977, 130: 260-264.

Shaw, J.C., Brooks, S., Colter, N. y O'Connor, K.P. A comparison of schizophrenic and neurotic patients using EEG power and coherence spectra. En: Hemispheric Asymmetries of Function in Psychopathology. (Ed) J. Gruzeier, y P. Rior-Henry. Elsevier, North Holland Biomedical Press, Amsterdam, 1979.

Shaw, J.C. Correlation and coherence analysis of the EEG: A Selective tutorial review. Int. Journal of Psychophysiology, 1984, 1: 255-266.

Sklar, B., Hanley, J. y Simmons, W.W. An EEG experiment aimed toward identifying dyslexic children. Nature, 1972, 240: 414-416.

Stanislaw, H. y Rice, F.J. Correlation between sexual desire and menstrual cycle. Arch. Sex. Behav., 1988, 17(6): 499-508.

Stumpf, W.E. Estradiol concentrating neurons: Topography in the hypothalamus by dry-mount autoradiography. Science, 1968, 162: 1001-1003.

Stumpf, W. E. y Grant, L. D. Anatomical Neuroendocrinology. Karger, Basel 1975.

Taylor, J.W. Plasma progesterone, oestradiol 17 beta and premenstrual symptoms. Acta Psychiatr. Scand., 1979, 60: 76.

Terasawa, E. y Sawyer, H. Electrical and electrochemical stimulation of the hypothalamo-adenohypophysial system with stainless steel electrodes. Endocrinology, 1969, 84: 918-925.

Ugalde, E., Corsi-Cabrera, M., Juárez, J., Ponce de León, M., Ramos, J. y Arce, C. Efecto de la privación total de sueño sobre el EEG de la vigilia en la rata. XXXIV Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas. Colima, Col. Septiembre del 8 al 12, 1991, c246.

Ungerstedt, V. Stereotoxic mapping of the monoamine pathways in the brain rat. Acta Physiol. Scand., 1971, 367: 1-39.

Wade, G.N. y Zucker, I. Modulation of food intake and locomotor activity in female rats by diencephalic hormone implants. J. Comp. Physiol., 1970, 72: 328-336.

Waldo, M.C., Graze, K., De Graff Bender, S., Adler, L.E. y Freedman, R. Premenstrual mood changes and gating of the auditory evoked potential. Psychoneuroendocrinology, 1987, 12(1): 35-40.

Walter, W.G. The twenty-fourth Maudsley lecture: The functions of electrical rhythms in the brain. J. Ment. Sci., 1950, 96: 1-31.

Watts, J.F., Butt, W.R., Logan, E.R. Hormonal studies in women with premenstrual tension. Br. J. Obstet. Gynaecol., 1985, 92: 247.

Weiner, R.I. y Ganong, W.F. Role of monoamines and histamines in regulation of anterior pituitary secretion. Physiol. Rev., 1978, 58: 505-523.

Weller, M. y Montage, J.D. EEG coherence in schizophrenia: A preliminary study. EEG. Clin. Neurophysiol., 1980, 49: 636-645.

Williams, H. Textbook of Endocrinology, 5th. (Ed) Philadelphia: Saunders, 1974.

Woolley, D.E. y Timiras, P.S. The gonadal-brain relationship: Effects of female sex hormones on electroshock convulsions in the rat. Endocrinology, 1962, 70: 196-209.

Wuttke, W., Arnold, P.M., Becker, D., Creutzfeldt, O.D., Langenstein, S. y Tirsch, W. Circulating hormones, EEG and performance in psychological tests of women with and without oral contraceptives. Psychoneuroendocrinology, 1975, 1(2): 141-151.

Zigmond, R.E. y McEwen, B.S. Selective retention of oestradiol by cell nuclei in specific brain regions of the ovariectomized rat. Journal of Neurochemistry, 1970, 17: 889-899.