

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

**“RELACIÓN DE LA PRIVACIÓN DEL SUEÑO EN MÉDICOS HOSPITALARIOS
Y ALTERACIÓN EN LAS FUNCIONES COGNITIVAS”**

Estudio realizado en médicos residentes de la especialidad de
Pediatría del Hospital General San Juan de Dios

diciembre 2009 a enero 2010

Tesis

Presentada a la Honorable Junta Directiva
de la Facultad de Ciencias Médicas de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

José Miguel Lázaro Guevara

Médico y Cirujano

Guatemala, marzo de 2010

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS**

**“RELACIÓN DE LA PRIVACIÓN DEL SUEÑO EN MÉDICOS HOSPITALARIOS
Y ALTERACIÓN EN LAS FUNCIONES COGNITIVAS”**

Estudio realizado en médicos residentes de la especialidad de
Pediatría del Hospital General San Juan de Dios

diciembre 2009 a enero 2010

José Miguel Lázaro Guevara

Médico y Cirujano

Guatemala, marzo de 2010

El infrascrito Decano de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala hace constar que:

El estudiante:

José Miguel Lázaro Guevara 200410104

ha cumplido con los requisitos solicitados por esta Facultad, previo a optar al Título de Médico y Cirujano, en el grado de **Licenciatura**, y habiendo presentado el trabajo de graduación titulado:

**“RELACIÓN DE LA PRIVACIÓN DEL SUEÑO EN MÉDICOS HOSPITALARIOS
Y ALTERACIÓN EN LAS FUNCIONES COGNITIVAS”**


Estudio realizado en médicos residentes de la especialidad de
Pediatria del Hospital General San Juan de Dios

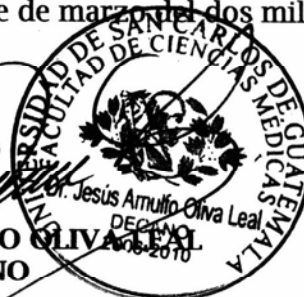
diciembre 2009 a enero 2010

Trabajo asesorado por el Dr. Mynor Humberto Vivas Vielman, Co-asesor Dr. Jorge Alfredo León Aldana y revisado por el Dr. José Leonel Miranda Barrios, quienes avalan y firman conformes. Por lo anterior, se emite, firma y sella la presente:

ORDEN DE IMPRESIÓN

En la Ciudad de Guatemala, doce de marzo del dos mil diez


DR. JESÚS ARNULFO OLIVA LEAL
DECANO



Los infrascritos Director del Centro de Investigaciones de las Ciencias de la Salud y el Coordinador de la Unidad de Trabajos de Graduación de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, hacen constar que:

El estudiante:

José Miguel Lázaro Guevara 200410104

ha presentado el trabajo de graduación titulado:

**“RELACIÓN DE LA PRIVACIÓN DEL SUEÑO EN MÉDICOS HOSPITALARIOS
Y ALTERACIÓN EN LAS FUNCIONES COGNITIVAS”**

Estudio realizado en médicos residentes de la especialidad de
Pediatría del Hospital General San Juan de Dios

diciembre 2009 a enero 2010

El cual ha sido **revisado y corregido**, y al establecer que cumple con los requisitos exigidos por esta Unidad, se les autoriza a continuar con los trámites correspondientes para someterse al Examen General Público. Dado en la Ciudad de Guatemala, el quince de marzo del dos mil diez.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Dr. César Oswaldo García García
Coordinador Unidad de Trabajos de Graduación



Guatemala, 12 de marzo del 2010

Doctor
César Oswaldo García García
Unidad de Trabajos de Graduación
Facultad de Ciencias Médicas
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Dr. García:

Le informo que el estudiante abajo firmante,

José Miguel Lázaro Guevara



Presentó el informe final del Trabajo de Graduación titulado:

**"RELACIÓN DE LA PRIVACIÓN DEL SUEÑO EN MÉDICOS HOSPITALARIOS
Y ALTERACIÓN EN LAS FUNCIONES COGNITIVAS"**

Estudio realizado en médicos residentes de la especialidad
de Pediatría del Hospital General San Juan de Dios

diciembre 2009 a enero 2010

Del cual como asesor y revisor nos responsabilizamos por la metodología,
confiabilidad y validez de los datos, así como de los resultados obtenidos y de
la pertinencia de las conclusiones y recomendaciones propuestas.

Dr. Mynor Vivas
Pediatra
Jefe de Servicio
Col. 8999

Asesor
Firma y sello

Dr. Jorge A. León A.
MÉDICO Y CIRUJANO
COL. No. 9890

Co-asesor
Firma y sello

Dr. José Leonel Miranda Barrios
MÉDICO Y CIRUJANO
COLEGIADO No. 6428

Revisor
Firma y sello
No. Reg. de personal 18193

RESUMEN

Objetivo: Valorar los efectos de la privación de sueño luego de un turno de al menos 24 horas sobre la velocidad de reacción, atención y memoria en los médicos residentes de pediatría del Hospital general San Juan de Dios durante diciembre 2009 y enero 2010. **Metodología:** Se realizó un estudio observacional analítico de corte transversal en el que se incluyó a 17 médicos residentes con evaluación antes y después del turno siendo ellos mismos su control, a este grupo se le realizaron pruebas psicométricas destinadas a evaluar el déficit cognitivo, así como electroencefalogramas pre y pos turno para medir las latencias del inicio del sueño. Todos los participantes realizaron: cuestionario que incluyó horas de sueño, escala de sueño de Epworth, Test de resistencia a la fatiga, test de palíndromo, test de codificación, habilidad de respuesta motriz, y Visual Recalling Text (VRT). Se evaluó el grado de deterioro en las pruebas luego de un turno. **Resultados:** Se determinó que el promedio de horas de sueño durante un turno ascendía a 1 hora con 30 minutos, observando deterioro significativo en las pruebas de memoria a corto plazo (VRT), el resto no mostró alteraciones significativas luego del turno, se evidenció así mismo que el 56.25% de los participantes padecía de hipersomnias severas y el 75% de algún tipo de hipersomnia en el pre turno, mientras que el 76.92% sufrió de hipersomnias severas durante el post turno y el 84.61% sufrió de algún tipo de hipersomnia. **Conclusiones:** Las funciones cognitivas, en especial la memoria a corto plazo, de los residentes se altera tras la privación de sueño en un turno médico de al menos 24 horas. Respecto a la hipótesis se puede concluir que no existe relación proporcional del déficit cognitivo al déficit de horas sueño por turno, puesto que la relación es dada por el débito total de horas sueño acumulado.

Palabras claves: Privación sueño, médicos residentes, trabajo, turnos.

ÍNDICE

TEMA	PÁGINAS
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	
2.2 Objetivos específicos	
3. MARCO TEÓRICO	5
3.1. Antecedentes	5
3.2. Contextualización del área de estudio	7
3.3. Anatomía cerebral	7
3.4. Ritmos biológicos	14
3.5. Ritmos circadianos	16
3.6. ¿Por qué necesitamos dormir?	19
3.7. El ciclo sueño-vigilia	20
3.8. Estructura y arquitectura del sueño	23
3.9. Regulación del sueño	32
3.10. Función del sueño	34
3.11. Otras funciones asociadas al sueño	37
3.12. Efectos de la privación del sueño	38
4. HIPÓTESIS	43
5. METODOLOGÍA	45
5.1 Tipo y diseño de la investigación	45
5.2 Unidad de análisis	45
5.3 Población y muestra	45
5.4 Criterios de inclusión – exclusión	46
5.5 Definición y operacionalización de las variables:	47
5.5.1 Variables a estudiar	
5.5.2 Definición conceptual	
5.5.3 Definición operacional	
5.5.4 Tipo de variable	
5.5.5 Escala de medición	
5.5.6 Instrumentos	
5.6 Técnicas, procedimientos e instrumentos utilizados en la recolección de datos	48
5.7 Procesamiento y Análisis de datos.	51
5.8 Alcances y límites	53
5.9 Aspectos éticos de la investigación	55
6. RESULTADOS	57
7. DISCUSIÓN	67
8. CONCLUSIONES	69
9. RECOMENDACIONES	71
10. APORTES	73
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
12. ANEXOS	77

1. INTRODUCCIÓN

El enigma del sueño, en definitiva, ha atrapado al hombre desde la antigüedad. El sueño y los sueños han sido estudiados por la ciencia, desde Descartes hasta Freud y aún hoy, esta faceta de nuestra vida diaria encierra un misterio que está por resolverse.

La privación de sueño tiene gran impacto sobre el estado de ánimo, el estado de alerta y algunas funciones cognitivas, y menor repercusión sobre el desempeño motor. Williamson y Feyer comparan en sus trabajos el deterioro en el desempeño luego de un determinado número de horas en que la persona permanece despierta con el causado por el alcohol. Después de 17 h de vigilia se ha comunicado un deterioro en la coordinación mano-ojo similar al observado con una concentración de alcohol en sangre de 0,05 g/%. Estas alteraciones pueden repercutir en el desempeño profesional. A través de pruebas neuropsicológicas se puede valorar, objetivamente, este impacto en el desempeño de los médicos residentes [1].

La habilidad de los médicos residentes para realizar sus actividades diarias puede ser afectada adversamente por muchos factores, entre ellos la privación de sueño.

Se ha observado en estudios realizados en residentes que permanecen de guardia, que tras situaciones de privación de sueño permanecen somnolientos durante el trabajo diario. Esto puede tener un impacto negativo en la seguridad del paciente ya que aumentan los accidentes y errores durante el tratamiento médico. La mayoría de los despistes y errores que sufren los residentes se atribuyen a la sensación de fatiga, sueño y falta de descanso luego de una vigilia de 24 horas sin descanso [2]. En una encuesta anónima realizada a residentes estadounidenses, casi la mitad de los residentes (45%) refirieron errores médicos, la mitad de los cuales se atribuyeron a la fatiga y una tercera parte de los mismos fueron la causa de la muerte del paciente [3].

La finalidad del estudio fue valorar los efectos de la privación de sueño luego de un turno de 24 horas sobre la velocidad de reacción, atención y memoria en los médicos residentes de Pediatría del Hospital General San Juan de Dios, por medio de pruebas psicométricas y medición de latencias del sueño con electroencefalografía en dos momentos diferentes al mismo participante, una medición pre turno y la otra luego de un turno, lo cual se llevo a cabo a lo largo de un período de 3 meses para la recolección de los datos, contando con la participación de 17 residentes, de los cuales se recolectaron 16 datos pre turno y 13 datos pos turno.

Obteniendo resultados de la encuesta previa que se realizaba a los test psicométricos y que constaba de 9 preguntas orientadas a evaluar la opinión de los residentes sobre los turnos, se evidenció que el 100% de los mismos reportó padecer de cansancio entre turnos y que deseaban realizar menos turnos a los que actualmente realizan, así también el 82.35% de los residentes evaluados en este estudio no se sentían en condiciones óptimas para el trabajo y el 17.65% reportó sentirse a veces en condiciones. Con respecto a los test psicométricos en condiciones pre turno y post turno se observó poca variación en las pruebas que variaron entre un 2% a 3%, sin embargo en el Visual Recalling Test (que evalúa la memoria a corto plazo), la variación ascendió a un 10% marcando déficit en el post turno.

En la medición de latencias del sueño por medio de electroencefalografía se observó que el 56.25% de los participantes padecía de hipersomnias severas y un 75% de algún tipo de hipersomnia en el pre turno, mientras que el 76.92% sufrió de hipersomnias severas durante el post turno y el 84.61% sufrió de algún tipo de hipersomnia.

A todo lo antes expuesto se concluyó que la importancia del sueño y así mismo los efectos de la privación de este, que varían desde disminución en el acceso a memoria de corto plazo y a poner en situaciones de riesgo tanto a los residentes como a los pacientes por estados de hipersomnias severas, mismas que son prevenibles y que al intervenir sobre dicho proceso pudiera conllevar una mejora en la atención a pacientes.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General:

2.1.1 Analizar la relación que existe entre la privación del sueño y la alteración en las funciones cognitivas en los médicos hospitalarios de la especialidad de Pediatría del Hospital General San Juan de Dios durante el período diciembre 2009 a enero 2010.

2.2 Objetivos Específicos:

2.2.1 Identificar la influencia que ejerce en los cambios cognitivos la privación del sueño por medio de test psicométricos en condiciones basales y luego de períodos de privación del sueño.

2.2.2 Evidenciar las diferencias en las latencias del sueño medidas por electroencefalografía en condiciones basales y luego de períodos de privación del sueño.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes

El sueño es un fenómeno activo, vale decir que ocurre porque el sistema nervioso central (SNC) lo determina. Se acompaña de múltiples cambios en diversas funciones que dan características particulares a este estado. Lo entendemos como otra etapa de la fisiología que, asociada a la de vigilia, completará el panorama funcional del ciclo circadiano. Las variaciones se manifiestan en todas las esferas. Hacemos referencia somera a cada una de ellas; por ejemplo, cardiovasculares incluyendo flujo sanguíneo cerebral, respiratorias, endócrinas, sexuales, renales, digestivas, de control de temperatura corporal, por lo que intervenir en los ciclos de sueño repercute directamente sobre todas las variaciones del ciclo circadiano [4].

La habilidad de los médicos residentes para realizar sus actividades diarias puede ser afectada adversamente por muchos factores, entre ellos la privación de sueño. Después de 17 h de vigilia se ha comunicado un deterioro en la coordinación mano-ojo similar al observado con una concentración de alcohol en la sangre de 0,05 g/%. Estas alteraciones pueden repercutir en el desempeño profesional. A través de pruebas neuropsicológicas se puede valorar, objetivamente, este impacto en el desempeño de los médicos residentes [1].

Estudios recientes sobre las horas laborales excesivas de médicos en formación han mostrado que las jornadas laborales excesivas se relacionan con un creciente índice de errores médicos y eventos adversos. Estudios en residentes de cirugía han encontrado que el número de errores técnicos en el desempeño de habilidades quirúrgicas laparoscópicas simuladas se duplica luego de haber trabajado la noche previa, a diferencia de haber tenido una noche de sueño [3].

Muchos facultativos clínicos estiman que anteponer las necesidades de los pacientes y de la sociedad por sobre las necesidades personales es una obligación profesional de los médicos. Sin embargo, con el interés creciente por la seguridad y las limitaciones de la carga de trabajo, el concepto de profesionalismo puede evolucionar para incluir una mayor valoración de las necesidades personales [4].

El tema de la precariedad laboral de los médicos residentes es tan antiguo como su propia existencia. Uno de los puntos que más influye en dicha precariedad es la denominada "atención continuada", más comúnmente conocida como "turnos o vigiliass", que en nuestro país consiste invariablemente en jornadas de asistencia médica de hasta 36 horas continuas que generalmente implican una importante privación de sueño. Se sabe que tal privación de sueño deteriora el rendimiento laboral, físico y mental, provoca trastornos del carácter y puede predisponer el padecimiento de otras enfermedades [1].

Se ha observado que tras situaciones de privación de sueño, los residentes permanecen somnolientos (parecido a una narcolepsia) durante el trabajo diario. Esto puede tener un impacto negativo en la seguridad del paciente ya que aumentan los accidentes y errores durante el tratamiento médico. La mayoría de los despistes y errores que sufren los residentes se atribuyen a la sensación de fatiga, sueño y falta de descanso luego de una vigilia de 24 horas sin descanso. En una encuesta anónima realizada a residentes estadounidenses, casi la mitad de los residentes (45%) refirieron errores médicos, la mitad de los cuales se atribuyeron a la fatiga y una tercera parte de los mismos fueron la causa de la muerte del paciente [3].

Un problema cuyo trasfondo va mas allá de lo evidente, escapa a la vista, pero se vuelve parte importante de aquellos que lo sufren en carne propia, no afectando solo a los consultantes sino también a los médicos tratantes, afecciones como los son: La presión arterial, frecuencia cardiaca y temperatura, que se regulan durante el sueño y al no existir dicho proceso, son predisponentes para enfermedades degenerativas como la hipertensión y diabetes.

Esta realidad no es tan solo de índole local, dado que en España los galenos también padecen estos extenuantes horarios. "Llevo 32 horas sin dormir, ¿te opero?", fue una campaña de 2007 impulsada por las Asociaciones de Médicos Internos Residentes (MIR), de ese país. Exigían su derecho a descansar luego de un turno de 24 horas. Lograron su cometido e incluso reducir la jornada en caso de las profesionales de salud embarazadas.

En la última década en USA y Canadá se están elaborando nuevas guías para eliminar las jornadas inhumanas de 100-120 horas de trabajo semanales que aún son usuales para los residentes de nuestro país [5].

Esta relación claramente establecida entre vigiliias prolongadas, patrón conductual y capacidad cognitiva, plantea interrogantes que deben de ser consideradas, tales como el desgaste que sufren los residentes tras vigiliias extenuantes y a su vez de forma indirecta la afectación sobre la calidad de atención que se brinda al usuario en salud al ser evaluado por un médico residente que no se encuentra en el máximo de sus capacidades y habilidades, lo que podría incurrir en mala atención a los consultantes, diagnósticos erróneos o bien lesiones a pacientes, incurriendo en impericia y negligencia.

3.2. Contextualización del área de estudio

Un residente en nuestro país debe cumplir con períodos de privación del sueño que varían de 24 hasta 36 horas inclusive, que en otros países se conocen como vigiliias, guardias, aquí bien llamado turnos, en los cuales dependiendo de la especialidad puede variar entre 4 o 5 días, siendo cada 5 días en la maternidad del Hospital General San Juan de Dios, sin embargo este es el estilo de vida que elige todo aquel que opta por una residencia.

Los turnos están sometidos a calendarización dependiente del número de residentes, determinándose así su duración, designando en cada grupo de turno un jefe de grupo, que varia para cada especialidad en cuanto a la jerarquía más alta posible de obtener, siendo el residente del tercer año de Pediatría (RIII) en esta área, distribuyendo de manera equitativa los residentes de menor jerarquía residentes de segundo año (RII) hacia los servicios de cuidado intensivo, dejando a cargo de los residentes de primer año (RI) el servicio de emergencia. Servicios cuyas jornadas de trabajo se extienden desde la recepción del turno a las 2 P.M hasta su entrega a las 6:30 am del día siguiente, en un día entre semana y su recepción a las 8 A.M y entrega a las 8 A.M del día siguiente, en un turno de fin de semana, tan solo para regresar a sus respectivos servicios y continuar con las labores para ese día asignadas.

3.3. Anatomía cerebral

Toda actividad y regulación del organismo humano está dirigida por el sistema nervioso central. Con tal de hacer comprensible este estudio, tenemos la necesidad de introducir conceptos básicos sobre neuroanatomía funcional para comprender mejor que estructuras anatómicas se ven implicadas en la neurofisiología del sueño y como éstas se relacionan con las funciones superiores tales como la atención y la memoria [7,8].

A grandes rasgos, el encéfalo consta de tres partes: el cerebro, el cerebelo y el tronco encefálico.

El cerebro: Constituye la parte principal del encéfalo, con una masa de alrededor de un kilogramo. Se divide para su estudio en dos partes: Encéfalo y Diencefalo.

El Encéfalo a su vez se divide en dos hemisferios (derecho e izquierdo), conectados a través del cuerpo calloso. En los hemisferios cerebrales diferenciamos a su vez cinco lóbulos que se denominan: Frontal, Temporal, Parietal, Occipital y la Ínsula.

Aunque el cerebro funciona como unidad compleja en la que se establecen billones de conexiones, las redes neuronales tienden a relacionarse de manera que establecen una función final. Los hemisferios cerebrales no funcionan de manera idéntica y a diferencia de los animales, se ha establecido una dominancia de un hemisferio sobre el otro. Dos hechos fundamentales a nivel evolutivo, el uso de las manos y la aparición del lenguaje hace que en los humanos y diestros, el hemisferio dominante sea el izquierdo y que éste asuma el control del lenguaje y de las funciones cognitivas ligadas al uso del lenguaje. Se reconoce que el hemisferio izquierdo es más lógico, más verbal y más capaz de trabajar con estímulos en forma secuencial. El derecho es más intuitivo, estructura y organiza las relaciones espaciales y puede abarcar varias situaciones de manera simultánea. De todas maneras no debemos simplificar el funcionamiento cerebral y es necesario comprender el funcionamiento integrado de los dos hemisferios [3,7,8].

A nivel histológico se distinguen en cada hemisferio:

El córtex: Capa fina de 3 a 5 mm de espesor, cubre toda la superficie encefálica, llamada sustancia gris. Esta es la zona con menos diferencias entre ambos hemisferios. Está constituida por más de 10.000 millones de neuronas, que recubre toda la superficie del cerebro. En ella se integra y dirige todo aquello de lo que somos conscientes: desde la asimilación e interpretación de la información que llega de los sentidos, al lenguaje, movimientos voluntarios no automáticos y a la memoria. En otros términos, es la fase final de las percepciones sensitivas, y la primera fase de nuestras acciones voluntarias.

Áreas Secundarias y Terciarias: Se localiza en el espesor de ambos hemisferios. Son los responsables de la lateralización o especialización de los hemisferios. Está formada por las grandes redes neuronales. Topográficamente se le denomina sustancia blanca.

A nivel funcional y de manera esquemática distinguimos:

Lóbulo frontal: se encarga de integrar la información consciente como inconsciente del entorno, la del propio organismo y de la memoria, gracias a ello, puede planificar, juzgar y ejecutar acciones.

Lóbulo Temporal Derecho: Reconocimiento y comprensión del material no verbal. Discriminación visual fina. Reconocimiento de los olores.

Lóbulo Temporal Izquierdo: Memoria verbal tanto semántica como a largo plazo. Facilita el aprendizaje en general a través de la memoria a largo plazo. Facilita el aprendizaje de secuencias manuales.

Lóbulo Parietal: Ayuda a tomar conciencia del entorno. Muestra la relación espacial de los objetos de nuestro entorno así como de nuestra posición corporal en el espacio.

Lóbulo Occipital: Ayuda en la percepción visual y a identificar las formas que vemos. El lóbulo izquierdo, ayuda en el reconocimiento de los colores y los números de manera que no cometamos errores semánticos. Está en relación con la atención visual semántica.

La Ínsula: Está situada en la profundidad de la masa encefálica. Es la zona que forma el triángulo de encuentro de los lóbulos frontal, parietal y temporal. Se sabe que traduce las señales objetivas externas en sensaciones subjetivas. Actualmente se ha relacionado con las conductas adictivas, sería la responsable de la mayor adicción a diferentes sustancias psicoactivas (nicotina, cocaína etc.) que tienen muchos sujetos.

El diencefalo: Se puede distinguir en el diencefalo dos partes fundamentales. Tálamo, Hipotálamo

El tálamo: Está situado cerca del centro cerebral, tocando el tronco encefálico. Por él pasa toda la información sensorial que distribuye según sea necesario entre las distintas áreas de la corteza cerebral. Estas informaciones se desplazan en ambos sentidos (desde el cerebro hasta la periferia y de la periferia al cerebro).

El hipotálamo: El Hipotálamo está situado en la base del cerebro, y está constituido por un extenso número de pequeños núcleos encargados de la modulación de múltiples funciones del organismo. Es una parte altamente especializada y se conoce que cada uno de estos núcleos regula una función específica. Se puede citar varias partes anatómicas y funcionalmente distintas en el hipotálamo:

Área Hipotalámica Anterior: entre otras con el núcleo supraquiasmático

Área Hipotalámica Dorsal: entre sus estructuras se encuentra núcleo Ceruleus

Hipotálamo Posterior con las Áreas Premamilares.

Todos estos núcleos se interconectan con la corteza cerebral, hipófisis, tálamo y tronco encefálico tanto con fibras que recogen información y la llevan hacia el córtex o bien conducen respuestas desde el córtex hacia el resto de centros [7,8].

A nivel funcional el hipotálamo está relacionado con la homeostasis de la mayoría de los procesos fisiológicos del organismo. Es responsable de la regulación de la sensación de saciedad cuando tenemos hambre, controla de manera estrecha la temperatura de nuestro organismo, también regula la respuesta al dolor, los niveles de placer y el comportamiento agresivo. Es el principal regulador del funcionamiento de los sistemas nerviosos simpático y parasimpático, que regulan la tensión sanguínea, la respiración, así como la cantidad de orina diaria. Es de especial importancia el Núcleo supraquiasmático que actúa como reloj biológico estableciendo el ciclo sueño-vigilia.

El tronco encefálico: Se llama tronco encefálico a todas las estructuras que se sitúan entre el cerebro y el comienzo de la médula espinal. Destacan tres estructuras principales, como son el mesencéfalo, la protuberancia anular y el bulbo raquídeo. En el mesencéfalo se encuentran núcleos tan importantes como el locus ceruleus, núcleo del rafe y otros responsables de las vías de neurotransmisión más importantes a nivel bioquímico.

El cerebelo: El cerebelo se encuentra en la parte posterior del cráneo, por debajo de los hemisferios y está conectado con el tronco encefálico a través de tres bandas fibrosas llamadas pedúnculos. También está fuertemente relacionado con el córtex cerebral, tanto para mandar cómo para recibir información. Existe un área destinada a la integración de la orientación y la posición del cuerpo en cada momento y una segunda área destinada a la coordinación del movimiento voluntario inconsciente.

Por último se describe una unidad funcional denominada Sistema Límbico, que incluye estructuras como: el Tálamo, Hipotálamo, Cuerpo Calloso, Hipocampo, Amígdala, y Ganglios Basales, todas ellas relacionadas directamente con redes funcionales específicas que comunican estas zonas con áreas corticales prefrontales y parietales en relación con el aprendizaje, la atención, la memoria y las emociones [6,7,8].

Transmisión nerviosa: El conjunto del sistema central nervioso (SCN), está formado por un tipo de células muy especiales llamadas neuronas. La característica principal de las neuronas es su capacidad de comunicación, lo que significa que la información puede pasar de unas a otras. Este proceso de interacción se denomina sinapsis. Consiste, en términos muy generales, en la activación secuencial de una neurona con la siguiente, a través de los neurotransmisores. Los neuromoduladores o neurotransmisores son sustancias que conducen el flujo de información que pasa de una neurona a otra, son moléculas pequeñas de distinta naturaleza. Se dividen en dos grandes grupos: las excitadoras, como son noradrenalina, dopamina, acetilcolina y las inhibitoras como son GABA (ácido gamma amino butírico) y otras. Estos transmisores se encuentran en zonas específicas del cerebro, de manera que hay grupos neuronales especializados en los distintos tipos de neurotransmisores.

Las vías de información neurobioquímica dan lugar a "autopistas" de flujo de neurotransmisión que interconectan áreas para trabajar como si fueran una unión completa. En la actualidad, la idea que prevalece es que no existe un único centro del SCN que controle el sueño, sino que existe un número de sistemas o centros interconectados, que se activan mutuamente o se inhiben unos a otros, a través de los neurotransmisores y neuromoduladores.

Los principales neuromoduladores que tienen interés para nuestro estudio son:

- Serotonina: Muchos estudios apoyan la participación de la serotonina (5-HT) en el sueño, y se cree que es importante en la regulación de la continuidad del ciclo sueño-vigilia. La síntesis y liberación de serotonina dependen de la disponibilidad de su aminoácido esencial que es el L-triptófano.

Los niveles de serotonina varían a lo largo del día, así como el número y afinidad de sus receptores en el cerebro. Los 5-HT tienen niveles máximos durante el día y disminuye durante la noche. Actualmente se sabe que la Serotonina interviene en varias funciones superiores como son: emociones, ritmos circadianos, mantenimiento de tono motor y estado de alerta mental, entre otros.

La falta de un correcto funcionamiento de las vías serotoninérgicas influye en la aparición de ciertos trastornos depresivos, trastornos por ansiedad y esquizofrenia.

- Noradrenalina: Las neuronas que contienen noradrenalina (NA), están localizados en el locus ceruleus. Se reconoce que están muy activas durante la vigilia, pero se encuentran deprimidas durante ciertas partes del sueño. En los últimos años han sido reconocidas ciertas funciones de estas zonas en relación al estado de atención general del individuo. Se sabe que cuando existe adormecimiento la actividad de este núcleo disminuye y en períodos de máxima alerta la actividad eléctrica y la calidad de la descarga aumenta considerablemente. Las lesiones en esta área producen hipersomnia (exceso de sueño) mientras que la estimulación eléctrica del locus ceruleus, altera profundamente todos los parámetros del sueño.

Este neurotransmisor actúa a otros niveles en el SNC participando en la regulación de la ingestión de alimentos y en el mantenimiento de la temperatura corporal central.

- Dopamina: La dopamina facilita el mantenimiento del estado de alerta durante el día, favoreciendo el aumento del estado motor de todo el organismo. Se localiza en muchas zonas cerebrales pero es prioritaria en la zona de la sustancia negra. Este centro está implicado en la coordinación

motora y en el tono muscular postural. Se conoce mucho sobre los efectos dopaminérgicos del cerebro a través de las anfetaminas y la cocaína, sustancias que producen un aumento de los niveles de dopamina intracerebral, produciendo un aumento de la excitación y por lo tanto del estado de vigilia.

Los niveles de dopamina son altos cuando estamos despiertos y en cambio disminuye en la transición hacia el estado de sueño. Por lo tanto, las sustancias que incrementan la dopamina cerebral producen activación y vigilia, por el contrario los bloqueadores de la dopamina tienden a incrementar el tiempo de sueño.

- Acetilcolina: Se conoce desde hace muchos años que la acetilcolina es el neurotransmisor más importante en el mantenimiento del estado de vigilia y por ello la acetilcolina cerebral también está implicada en la regulación del sueño, en particular con la producción y mantenimiento de las fases más profundas del sueño.

La actividad general cerebral de la Acetilcolina está ligada no sólo a la regulación del ciclo sueño-vigilia sino también tiene importantísimas acciones sobre el mantenimiento del movimiento voluntario. Se conoce que está involucrada en el área del hipocampo como neurotransmisor de las señales mnésicas, es decir en relación con la memoria.

- GABA: Es el principal neurotransmisor depresor del sistema nervioso central. El Ácido gammaaminobutírico (GABA) tiene que ver con los mecanismos del sueño y su activación tiene relación con la disminución en la actividad de muchos núcleos cerebrales. Es muy probable que el efecto del GABA sobre el sueño sea indirecto, a través de los otros neurotransmisores que tienen una actividad más específica. El núcleo supraquiasmático trabaja funcionalmente con terminaciones gabaérgicas interconectándose con otros núcleos hipotalámicos.
- Melatonina: La melatonina es la principal hormona de la glándula pineal. Su precursor primario es la serotonina, cuya concentración en la glándula pineal durante el período luminoso es superior a la de cualquier estructura del SNC. La secreción de melatonina desde la glándula pineal queda inhibida por la luz

brillante. La concentración de Melatonina en sangre aumenta drásticamente al oscurecer, y va disminuyendo poco a poco hasta el atardecer del día siguiente por lo tanto la menor concentración de melatonina sérica se observa durante el día. Se utiliza como fármaco para el tratamiento de ciertos trastornos del sueño.

- Otras sustancias: Existe un grupo extenso de sustancias que están involucradas de alguna manera en la regulación y mantenimiento del sueño y la vigilia, que es necesario nombrar:
 - ✓ Las Orexinas o Hipocretinas sustancias importantes para el mantenimiento de la vigilia y prevenir el sueño durante el día.
 - ✓ El glutamato es un importante neurotransmisor necesario para la activación de la corteza cerebral.
 - ✓ La histamina se encuentra involucrada en los procesos de inicio de vigilia cuando despertamos tras el sueño nocturno.
 - ✓ Sustancias promotoras de la vigilia como la sustancia P, el péptido vasoactivo intestinal (parece que activa el núcleo supraquiasmático controlando la señal circadiana), y la neurotensina.
 - ✓ Sustancias promotoras del sueño entre las que destacan la hormona de crecimiento, la colecistoquinina y el Péptido sueño delta.
 - ✓ La adenosina es una sustancia resultante del producto de degradación del ATP intracerebral. Se sugiere actualmente que es el responsable de la sensación de fatiga al permanecer muchas horas despierto y se comporta como inductor del sueño. Presenta una curva exponencial de acumulación creciente en relación al número de horas de vigilia, y disminuye también exponencialmente con el número de horas de sueño [3,6,7,8].

3.4. Ritmos biológicos

La comprensión de que los fenómenos en la naturaleza se producen de forma periódica, data desde tiempo remoto. Los egipcios, ya hablan de variaciones cíclicas en relación a los fenómenos biológicos en concreto con la salud y la

enfermedad. Es importante definir, en primer lugar, que los ritmos biológicos no son sucesos casuales o pasivos que siguen a las condiciones ambientales, sino que forman parte de los procesos de adaptación de los seres vivos a su entorno, siendo este hecho fundamental para la perpetuación de las especies.

En general, los ritmos biológicos se intentan acoplar a lo que se llama ritmo cosmoclimático en el cual se relaciona el ritmo solar, el ritmo lunar y el terrestre. El ritmo solar (365 días) determina en muchas especies la época de celo, y en las plantas, las estaciones regulan su crecimiento y desarrollo. El ritmo lunar, (28 días) es el responsable del movimiento de las mareas y tiene relación con el ciclo menstrual en la mujer. El ritmo terrestre (cerca de 24 horas) es el ritmo al que se intentan ajustar los ritmos biológicos en los mamíferos. La Cronobiología es aquella parte de la ciencia que se encarga de la investigación y estudio de los ritmos biológicos en los seres vivos [9].

Un ciclo es aquella sucesión de acontecimientos que tienen lugar de manera repetitiva y siempre en el mismo orden, cuando este ciclo ocurre en un intervalo de tiempo constante y previsible, se habla de "Ritmo" [6,9]. Los ritmos se consideran endógenos cuando son generados por el propio organismo y pueden ser clasificados según su frecuencia en:

- Ritmos circadianos: Son aquellos cuya frecuencia es próxima a la diaria, es decir entre 20-28 horas. El más importante, de este gran grupo o familia, es el ciclo sueño-vigilia. También existen otros como, el ritmo de presión arterial, el de función muscular, etc. El ritmo circadiano en el hombre se ha establecido en 24,1 horas.
- Ritmos infradianos: Son aquellos que ocurren con una frecuencia superior a la diaria (más de 28 horas), algunos ejemplos son: la menstruación, los distintos ciclos reproductivos, etc.
- Ritmos ultradianos: Son aquellos que se caracterizan por la presencia de frecuencias inferiores a la diaria (entre treinta minutos hasta seis horas), son modelos de este tipo: La frecuencia cardíaca y la frecuencia respiratoria, entre otros. Los ritmos ultradianos en mamíferos siguen una razón matemática que es inversa con la edad y directa con la tasa metabólica (gasto de energía/unidad de superficie corporal), a este tipo de ritmo pertenece el ciclo REM/No REM del sueño [9,10].

Los cambios o sincronizadores externos, capaces de regular los ritmos endógenos con el ritmo terrestre, se les denomina "Zeitgeber" (palabra de origen alemán que significa "dador de tiempo") éstos, son los responsables de ajustar de manera estable, el tiempo biológico al geológico [8,9].

El sincronizador más frecuente es la luz, aunque se conocen, y se han estudiado, otros como son: La temperatura o la disponibilidad de comida y otras interacciones sociales entre los individuos del grupo (como es el caso de las abejas y hormigas). La luz desencadena lo que se denomina el "Fotoperiodismo" que permite a los mamíferos adecuarse a las condiciones óptimas de su medio, de acuerdo con los cambios estacionales, mediante la percepción de la longitud de onda de la luz solar. Esta señal fotoperiódica es la que desencadena la adaptación de los ritmos fisiológicos. En las plantas, los receptores de la luz son los fotocromos, moléculas con capacidad de percibir la longitud de onda de la radiación solar en banda roja, poniendo en marcha el ciclo fotoperiódico. En los mamíferos, se sabe que la melatonina es el transmisor neuroquímico fundamental para reconocer la señal fotoperiódica y poner en marcha el sistema circadiano [9].

Se ha de tener en cuenta que en esencia, los ritmos biológicos condicionan a todas las especies. Se sabe en la actualidad que incluso los organismos unicelulares poseen ritmos que regulan y acomodan de manera precisa diversos procesos, la mayoría metabólicos, de suma importancia para su supervivencia.

3.5. Ritmos circadianos

El reloj biológico de 24 horas o tiempo geológico es el responsable de la óptima adaptación de los organismos respecto al ciclo día noche (ritmo circadiano). El término "circadiano", proveniente del latín, "circa" que significa precisamente "alrededor del día". Así pues, al hablar de ciclos circadianos, se trata de ritmos repetitivos de 24 horas de duración. El ciclo circadiano no es más que la adaptación al movimiento de rotación y translación de la Tierra. Este tipo de movimiento determina la división del día en dos etapas: una luminosa, durante la cual los rayos solares llegan directamente a la superficie terrestre, y otra oscura. Esta división determina la diferencia entre el día y la noche, y por lo tanto entre la vigilia y el sueño. Una de las características principales de estos ciclos consiste

en que, una vez establecidos, a pesar de que las condiciones del entorno cambien, éste se mantendrá constante. En caso contrario, aparecerán una serie de alteraciones en el funcionamiento general del organismo [9,10].

El conocimiento y comprensión de los ritmos biológicos ha ayudado a definir de nuevo el concepto de homeostasis. Por lo tanto, el ritmo biológico no solo ayuda a la adaptación al medio exterior (homeostasis reactiva), sino que ayuda al organismo a estar en plena forma antes de que ocurran los eventos externos (homeostasis predictiva), adaptándolo con las modificaciones necesarias [8].

En los mamíferos el reloj biológico se encuentra en el núcleo supraquiasmático, situado en una zona del Hipotálamo. Este centro, constituido por apenas 20.000 neuronas, es uno de los principales marcapasos endógenos. Este sistema circadiano está formado por un componente visual, integrado por los fotorreceptores unidos a las vías ópticas y en segundo lugar una estructura que actúa como marcapasos (núcleo supraquiasmático). Las vías neuronales conducen esta información a diferentes zonas fuera del hipotálamo hasta los hemisferios cerebrales regulando la conducta, también hacia el tronco encefálico donde se activan los sistemas simpático y parasimpático, y por último hacia la médula espinal donde regulan el sistema de coordinación motora del organismo. El núcleo supraquiasmático regula la expresión de dos grandes sistemas: el endocrino y el sistema nervioso autónomo. Su ritmo de 24 horas está regulado de manera genética con patrón de herencia mendeliana.

La luz solar natural es el estímulo ambiental más potente de este marcapasos. A lo largo del ciclo anual, la luz y la oscuridad regulan de manera sincrónica el ciclo circadiano de acuerdo con el número de horas de exposición solar. De todas formas si un individuo se encuentra aislado de cualquier referencia temporal externa, el organismo presenta una ritmicidad muy estable que se mantiene constante y es específico según la especie [10,11].

El conjunto de neuronas del núcleo supraquiasmático actúa como reloj endógeno a través de la expresión de genes que tienen su actividad dependiendo del horario. La luz incide a nivel de estos genes estimulando la producción de ARNm que darán lugar a la síntesis proteica responsable de la sincronización del reloj al medio externo. Se conocen en el hombre seis genes involucrados en este complejo sistema que se expresan a través de la síntesis proteica. Este ciclo dura 24 horas aproximadamente y constituye el ritmo circadiano completo.

El ritmo circadiano más importante es el ritmo sueño-vigilia pero también son interesantes otros ciclos que regulan la secreción de hormonas. En concreto se refiere a la secreción de cortisol, hormona de crecimiento, melatonina, el sistema nervioso simpático y parasimpático (tensión arterial y frecuencia cardiaca), así como también la agregabilidad plaquetaria, la coagulación y la viscosidad sanguínea [9,11].

La melatonina es una secreción hormonal muy ligada a los ciclos circadianos del organismo. Está en relación con el ciclo sueño vigilia. Se sabe que la melatonina es un inductor del sueño y que al aumentar su secreción nocturna se promueven y estabilizan las distintas fases del sueño. Está conectada también con el ciclo de la temperatura a través de una correlación inversa, es decir al aumentar la melatonina disminuye la temperatura central.

En animales e incluso en el hombre se ha visto que su secreción está implicada en la regulación de los ritmos reproductivos. Últimamente se ha señalado su conexión con el sistema inmune ya que induce el aumento de células linfocitarias [8,9].

La tensión arterial (TA) y la frecuencia cardiaca (FC) siguen un ritmo ultradiano, es decir inferior a las veinte horas estrechamente ligado al ciclo sueño-vigilia [10]. Por la noche, durante el sueño se produce una disminución importante de ambas constantes y por la mañana coincidiendo con el despertar y el inicio de la actividad ambas aumentan.

Las oscilaciones durante el día dependerán de condiciones diversas en relación con la actividad que se desarrolle. A pesar de ello, se producen de manera sincrónica dos picos durante el día uno cercano a las 9 de la mañana y otro cercano a las 17 horas [10].

Durante el sueño las variaciones del ritmo de la frecuencia cardiaca y la tensión arterial son notables, los valores más bajos están durante las fases 3 y 4 del sueño No REM y en el resto de las fases del sueño son inferiores que las diurnas. La FC presenta un máximo cercano a las 7 de la mañana y otro a las 17 horas; y un mínimo cercano entre las 2 hasta las 5 de la madrugada.

La mayoría de estudios sobre estas constantes circadianas se basan en modelos matemáticos que reflejan la periodicidad de estos sistemas, en concreto el Análisis de Fourier que se basa en el estudio de las series temporales y en el Método Cosinor que estudia los ciclos sinusoidales que se acercan al funcionamiento de estas constantes [8].

Otro punto interesante en relación a los ritmos circadianos es la regulación de la temperatura central del organismo humano [12]. El centro regulador está localizado en el hipotálamo cuya misión es mantener una temperatura estable y cercana a los 37 °C. De todas formas la temperatura central se ve modificada durante el sueño de manera que durante las distintas fases del sueño varía la temperatura central de manera cíclica, volviendo a aumentar al despertar. La temperatura corporal oscila entre 0,5 a 1 °C y representa una curva diaria con un máximo cercano entre las 16-18 horas y un mínimo que se establece entre las 2-4 de la madrugada. Cuando el ciclo está sincronizado con el ciclo luz-oscuridad el inicio del sueño se produce unas 6 horas antes de que se establezca en mínimo de temperatura y se acabará el sueño unas dos horas antes de iniciarse el ascenso de la curva de temperatura [8].

Cuando un individuo está sin referentes temporales como es la luz, la sincronización del ciclo de temperatura se desplaza y aunque mantiene un ritmo cercano a las 24 horas el inicio del sueño se acerca al mínimo nocturno, es decir a las 2 de la madrugada.

A pesar de que el ciclo vigilia-sueño se desincronice, el ritmo temperatura suele mantenerse muy estable. Se sabe poco en estos momentos sobre cómo se afecta el ritmo de la temperatura en otras situaciones con desincronización del ciclo sueño-vigilia como es el caso de los trabajos por turnos.

3.6. ¿Por qué necesitamos dormir?

Las preguntas que el hombre, actualmente, trata de responder son: ¿Qué significa dormir?, ¿Cuáles son sus mecanismos? y ¿Cuál es su función, es decir, por qué necesitamos dormir?. El sueño es un fenómeno biológico necesario para incontables seres vivos, cuyo funcionamiento repercute en el organismo a múltiples niveles, la mayoría de los cuales aún son desconocidos.

El estudio de esta materia ha evolucionado gracias a la aplicación y desarrollo de nuevas técnicas relacionadas con muchas disciplinas científicas, sin embargo, aún no se han podido contestar a las cuestiones planteadas anteriormente en su totalidad y otras siguen siendo hoy día, un enigma incomprensible [11,12].

El patrón de sueño, no es una función exclusiva del ser humano ya que la comparten la totalidad de los mamíferos. Durante décadas este patrón se ha explicado como un estado de inmovilidad, de falta de actividad asociada a una disminución importante de la capacidad de respuesta, diferente del coma o la anestesia por ser rápidamente reversible. El hombre gasta un tercio de su vida en dormir, aunque no conoce con exactitud por qué se dedica tanto tiempo a esta actividad, sin embargo deduce que se trata de una inversión de energía que el cerebro necesita realizar probablemente para el buen funcionamiento de las conexiones neuronales que lo configuran [6,12].

De manera más precisa se entiende que el sueño forma parte del ritmo biológico normal en los seres vivos y este es el ciclo sueño-vigilia donde en un extremo estamos despiertos y en el otro extremo estamos dormidos. Es el ritmo circadiano más importante en los mamíferos y evolutivamente debemos tener en cuenta que el sueño, es una función que se ha conservado en todas las especies. Son ritmos con periodicidad que varían entre las 24 y 25 horas, según la especie de la que se hable y a este ritmo se acoplan el resto de ritmos circadianos fisiológicos del organismo [13].

3.7. El ciclo sueño-vigilia

El sueño es un estado de gran actividad. Paradójicamente, mientras descansamos en silencio en nuestra habitación, cada noche se producen multitud de cambios neuro-bioquímicos que son fundamentales para conseguir un equilibrio físico y neuronal necesario para el período de vigilia. Es fácil comprender que la calidad de nuestro sueño influye de manera importante en la calidad de nuestra vida, de manera que el correcto funcionamiento del ciclo sueño-vigilia es de suma importancia para nuestra salud.

Actualmente se define el sueño a través de dos grandes principios: el primero define al sueño como un proceso dinámico estrictamente regulado y no exclusivamente como el resultado de un proceso pasivo debido a la disminución

del despertar. La segunda idea es que el sueño debe ser considerado como una reorganización neuronal en vez de una cesación de la actividad cerebral [6].

Aunque no hay una definición exacta del sueño muchos autores concuerdan en que de manera simple el sueño es un estado natural caracterizado por la disminución de la actividad motora voluntaria y un descenso en la respuesta a estímulos con una posición corporal estereotípica [3,6].

Es importante entender que la actividad cerebral puede ser cuantificada. El estudio de este ritmo circadiano, se realiza observando las ondas de frecuencia que emite el cerebro durante la vigilia y las diferentes fases del sueño. De manera fundamental el sueño consta de dos estados que reflejan dos formas diferentes de actividad neuronal. Se distribuyen durante todo el período de sueño siguiendo un patrón alternante. Cada una de estas fases se caracteriza por una actividad eléctrica cerebral en forma de ondas cerebrales específicas que pueden ser registradas a través de la Electroencefalografía.

El trazado electroencefalográfico (EEG), estudia la frecuencia o número de ondas por segundo medido en Hertzios y la amplitud o potencial en micro voltios y se recoge la actividad según áreas topográficas cerebrales [6,13].

Los cuatro ritmos básicos que se pueden evidenciar en el cerebro, son (Fig. 3.7.1):

- ALFA: Es un ritmo que oscila entre los 8 y 13 Hz con amplitud de hasta 50 mV. Es la onda más frecuente en el adulto durante los estados de vigilia y relajación muscular.
- BETA: Varía entre 12 y 30 Hz con una amplitud que no supera los 30 mV. Se recoge en las regiones frontales y centrales del encéfalo. Es típica de los estados de vigilia con actividad mental y de diversas fases del sueño.
- THETA: Representa frecuencias que oscilan entre los 4 y 8 Hz son de baja amplitud. Suelen verse en las zonas temporales del cerebro.
- DELTA: Posee frecuencias menores a 4 Hz y una amplitud inferior a 5 mV. Se ve en todas las zonas del cerebro durante la fase más profunda del sueño.

- K. Spindeless: Representan actividad cerebral en forma de impulsos seriados y repetidos que se aprecia en varias fases del sueño. Actualmente no se conoce bien su significado aunque se observan en mayor medida en la fase II del sueño.
- Ritmo mu. Se observa en un número variable de sujetos normales (10-15%, hasta 50% con técnicas de análisis cuantitativo), fundamentalmente adultos, siendo un ritmo con una frecuencia en rango alfa, pero independiente del ritmo alfa por su configuración, topografía y reactividad [14].

Las ondas que componen el ritmo mu tienen una morfología de aspecto más agudo y menos sinusoidal que el ritmo alfa, siendo característica su forma en arcos o de púas de peine. El ritmo mu suele aparecer en trenes de unos pocos segundos de duración. Su frecuencia adopta un rango de 7-12 Hz, usualmente se trata de una actividad de 8-10 Hz (también se denomina actividad alfoide).

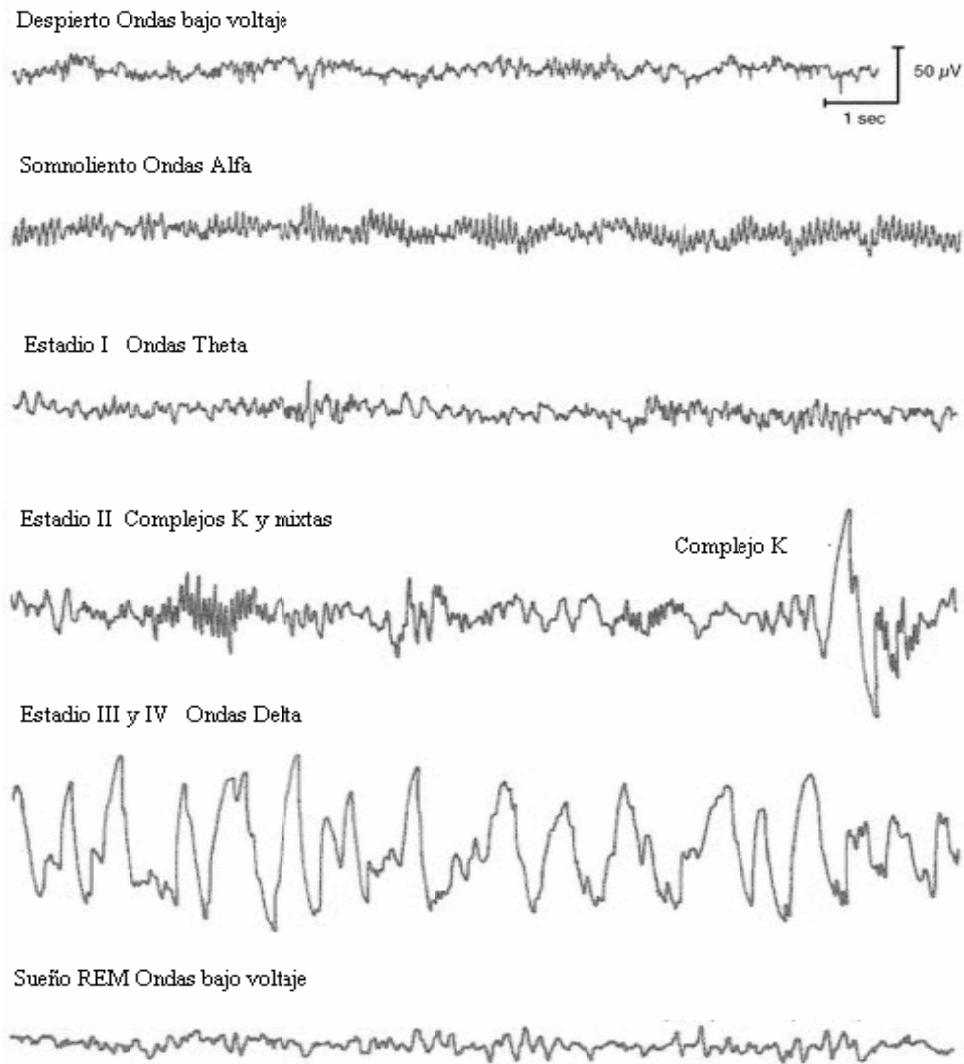
La amplitud oscila entre 20-60 μ V. Suele ser simétrico en los dos hemisferios, si bien puede ser asimétrico en algún segmento del registro. La asimetría persistente suele ser patológica y podría implicar una lesión estructural, ipsilateral al lado de menor amplitud. Respecto a la distribución, el ritmo mu se localiza en regiones centrales o rolándicas, unilateral o bilateral; por ello se ha denominado actividad alfa precentral o rolándica.

La persistencia del ritmo mu es inconstante: suele aparecer de manera intermitente a lo largo del registro. Puede aparecer también en la somnolencia, aunque es típico de la vigilia.

La actividad cerebral en vigilia, es decir cuando estamos despiertos, se caracteriza por la emisión de una rápida actividad cerebral de bajo voltaje con una mezcla de frecuencias de 8 a 13 Hz que son ritmos alfa. Este ritmo alfa es el más preponderante, combinándose con ritmos beta en proporción cercana al 50%.

Cuando estamos despiertos pero con ojos cerrados o bien estamos relajados con ojos cerrados aumenta la actividad Theta que reemplaza parte del ritmo alfa [3,6,14].

Figura 3.7.1



Muestra los ritmos básicos EEG desde la vigilia hasta las distintas fases del sueño (Markov, 2006).

3.8. Estructura y arquitectura del sueño

En general se divide el sueño en dos fases:

El Sueño REM (de las siglas inglesas Movimiento Rápido Ocular o Rapid Eyes Movement), se produce con intervalos regulares cada 90 minutos y suele ocupar un 20 % del total del sueño.

El Sueño No REM, dónde no hay movimiento ocular rápido. Esta fase ocupa el resto del sueño. A su vez esta fase se subdivide en 4 fases:

- Fase 1: Sueño ligero
- Fase 2: Fase intermedia
- Fase 3 y Fase 4: Sueño profundo

Cada ciclo de sueño por la noche se compone de una sucesión entre la fases 1, 2, 3 y 4 del sueño No REM seguido por una fase REM, así que todo un ciclo completo se inicia con la Fase 1 del ciclo No REM hasta finalizar el sueño REM y la duración media de este ciclo es de unos 90 min. El sueño suele dividirse para su estudio en tres partes, de manera que el primer tercio del ciclo nocturno se compone de casi todo sueño No REM, el segundo tercio intermedio y el último tercio que está compuesto casi todo ello por sueño tipo REM. Tras un ciclo completo, se produce el despertar [6,13,14].

➤ Sueño NO REM

En el estadio 1 No REM se produce la transición de la vigilia al sueño y constituye un 5% del tiempo total de sueño en los adultos sanos. En el EEG se observa sustitución del ritmo alfa por ondas de bajo voltaje de frecuencia mixta y ondas Theta. Es fácil despertar a una persona en esta fase de transición hacia el sueño con pequeños estímulos. En este estado la musculatura del organismo se relaja al completo. Los ojos se mueven de manera lenta.

La fase 2 ocupa un 40% de la totalidad del sueño. Durante este período las ondas cerebrales de baja intensidad disminuyen. Se define por un período de ritmo delta de fondo con aparición de puntas de sueño o K Spindeles con frecuencias entre 12-13Hz. El tono muscular está disminuido y el movimiento ocular es esporádico (coincide con K Spindeless). Se puede despertar al individuo con estímulos externos de media intensidad [6,14].

En la fase 3 aparecen las ondas delta cerebrales y se establecen completamente en la fase 4 de manera predominante. Ambas fases son las de sueño profundo y se diferencian únicamente por el porcentaje de ondas delta que poseen. Constituyen el 20% del total del ciclo nocturno de sueño. En estas fases desaparecen los movimientos oculares y la musculatura permanece casi atónica. Es difícil despertar a una persona que está en esta fase de sueño profundo. Si se despierta a una persona durante estas fases, es habitual que permanezca durante breves minutos desorientado. Los terrores nocturnos o pesadillas son característicos de estas fases profundas del sueño [14].

➤ Sueño REM

Ocupa el 20 – 25% del sueño. El sueño REM ocurre de 4 a 5 veces en un ciclo normal de 8 a 9 horas de sueño nocturno. El primer sueño REM dura aproximadamente 10 minutos y el último no suele exceder los 60 minutos, cada sueño REM ocurre a los 90 minutos como media. Esta etapa se define como un estado de gran actividad eléctrica con un aumento de su metabolismo. Esta activación presenta frecuencias de bajo voltaje, frecuencias mixtas, similares al estado de vigilia y actividad theta. El sueño REM se caracteriza por un EEG con frecuencias mixtas y de baja amplitud, movimientos rápidos de los ojos y ausencia de tono muscular.

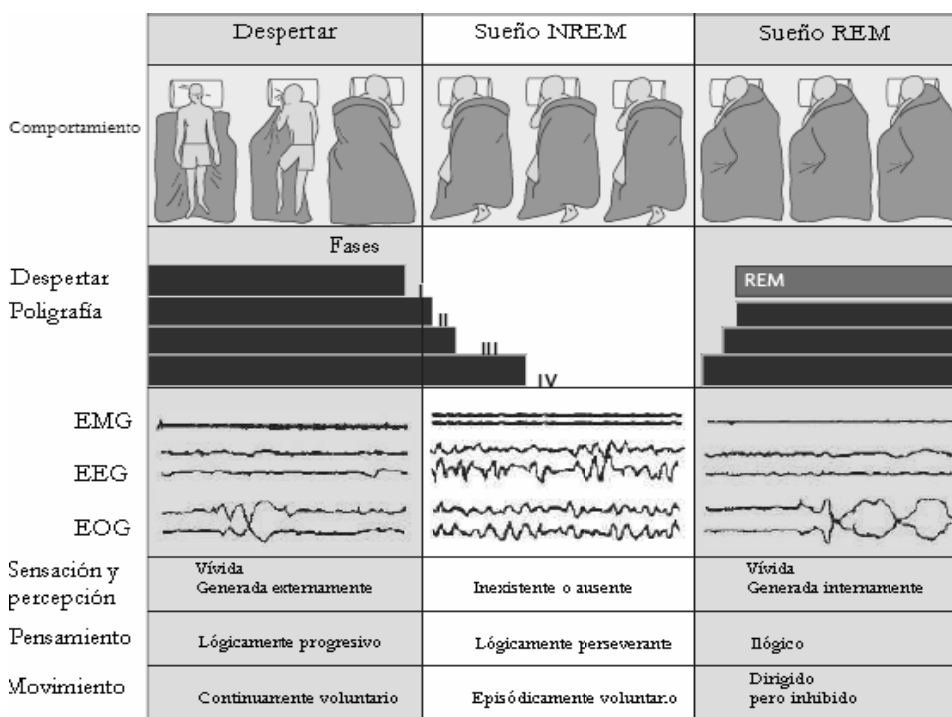
Los movimientos rápidos de los ojos que dan nombre a esta fase del sueño se acompañan de un aumento de la frecuencia cardíaca y de la frecuencia respiratoria que se hace más rápida e irregular. A su vez se pierde de manera temporal la regulación de la temperatura en el organismo por lo que de manera temporal genera poiquiloterma. Es durante este período durante el sueño que se produce la percepción más extraña y vívida de la noche.

Para poder estudiar el sueño actualmente se realizan toda una serie de batería de pruebas en lo que llamamos laboratorios del sueño en donde se realizan las Polisomnografías (ver Fig. 3.8.1) los registros de una noche completa en donde se monitoriza:

- ✓ Electroencefalografía (EEG): Registro de la actividad cerebral. Consiste en la colocación de electrodos en la cabeza de 2 a 32 y registrar la actividad cerebral por áreas.
- ✓ Electrooculograma (EOG): Registro de los movimientos oculares durante todas las fases del sueño. Para ello se colocan unos pequeños electrodos en los músculos oculares para medir su activación.
- ✓ Electromiograma mentoniano (EMG): Registro de la activación del músculo mentoniano. Sirve para comprobar el descenso del tono muscular en la fase REM.
- ✓ Electroodos de referencia: Electroodos que miden movimiento muscular en las orejas.
- ✓ Flujo aéreo buco-nasal: Mide la cantidad de flujo de aire con la respiración.

- ✓ Esfuerzo Respiratorio: Mide la cantidad de esfuerzo de los músculos respiratorios
- ✓ Electrocardiograma: Mide la actividad eléctrica cardiaca. Sirve para detectar ritmos no regulares cardiacos (arritmias) durante el sueño.
- ✓ Electromiograma en extremidades: Se colocan electrodos en los músculos tibiales anteriores, para determinar el movimiento de las piernas.
- ✓ Sensor de posición: Sirve para conocer la posición en la que está el paciente. Información importante para el estudio de las Apneas del Sueño.
- ✓ Micrófono: Se coloca en el cuello para registrar los ronquidos, sonidos, palabras etc.
- ✓ Saturación de Oxígeno: Importante en el estudio de las Apneas del Sueño
- ✓ Video: Permite relacionar los movimientos con los trazados electroencefalográficos.

Figura 3.8.1



Muestra de las diferentes etapas en el registro del sueño o polisomnografía (Hobson, 2005).

El sueño experimenta cambios a lo largo de la vida de un individuo, en lo que respecta a su estructura, distribución a lo largo del día así como a su duración total [13,14].

El tiempo que dedica un recién nacido al sueño oscila entre 18 y 20 horas, este período declina de manera paulatina hasta casi el año en 12 horas al día.

Un recién nacido establece un patrón circadiano de sueño más o menos al tercer mes de vida. A partir de aquí se establecen unas pautas de sueño que van de unas 10 horas a los 10 años hasta la adquisición de las 7-8 horas en la adolescencia y el período adulto. De recién nacido pasamos de vigilia a sueño REM de manera inmediata. Al establecerse un ritmo circadiano estable se inicia la aparición de sueño No REM hasta el primer año de vida que se alcanza un patrón No REM claro y una fase REM del 25% del total del tiempo dormido. Todos estos datos dan una idea de la maduración progresiva del SNC que controla la arquitectura del sueño [6,14].

El sueño se modifica con la edad no sólo en su cantidad sino en su estructura con aumento progresivo del número de despertares nocturnos, disminución del sueño profundo y disminución del sueño REM. En los mayores de 65 años es donde hay más problemas médicos consecuencia de la alteración del ciclo sueño-vigilia. El sueño pierde calidad y se hace más superficial. Con la edad se autorregula el ritmo circadiano endógeno acortándose el ciclo sueño-vigilia [9,10].

La estructura del sueño de un adulto normal sano, no es siempre igual, las fases no comienzan a la misma hora y existen diferencias individuales entre los sujetos. Sin embargo existe lo que se denomina la arquitectura del sueño que se refiere al número y a la distribución de estadios de sueño específicos, es decir, las fases de sueño presentan una organización temporal a lo largo de la noche. Los estadios 3 y 4 No REM tienden a aparecer desde el primer tercio hasta la mitad de la noche y aumentan su duración en respuesta a la privación de sueño.

El sueño REM aparece de un modo cíclico a lo largo de la noche, alternándose con el sueño No REM cada 80-100 minutos; los períodos de sueño REM aumentan su duración al amanecer.

3.8.1 La latencia del comienzo del sueño

En la ciencia del sueño, la latencia del comienzo del sueño (SOL) es la longitud de tiempo que se tarda en realizar la transición de la vigilia a fases del sueño, normalmente el más ligero de la fase NO REM.

William C. Dement pionero investigador del sueño de la Universidad de Stanford, había estado buscando una medida objetiva de la somnolencia

durante el día para ayudar a evaluar los efectos de los trastornos del sueño. En el curso de la evaluación de los resultados experimentales, se dió cuenta que la cantidad de tiempo que tomó para dormir en la cama estaba estrechamente vinculada a los períodos de privación del mismo y ser relacionaba con los niveles de somnolencia de los pacientes, desarrollando el test de latencia múltiple del sueño (MSLT), el cual aparece por primera vez en su libro La promesa del sueño.

Cuando se desarrolló inicialmente el MSLT, Dement y otros ponían a los participantes en una habitación tranquila y oscura, con una cama y se les pedía acostarse, cerrar los ojos y relajarse. Tomaban nota del número de minutos, de 0 a 20, que le tomaban al participante para conciliar el sueño. Si un voluntario estaba todavía despierto después de 20 minutos, el experimento se terminaba y el participante era asignado a un estado de alerta máxima, mínima calificación de somnolencia. Cuando los científicos analizaron sujetos privados de sueño, se encontró que los niveles de latencia del sueño podían caer por debajo de 1, es decir, los sujetos podían dormirse en menos de un minuto.

El importe de la pérdida de sueño está directamente vinculado a los cambios en las puntuaciones de la latencia del sueño [11,14,15].

Test de latencia múltiple del sueño(MSLT)	
Acta	Somnolencia
0-5	Grave
5-10	Problemático
10-15	Manejable
15-20	Excelente

Los estudios condujeron a Dement y Carskadon a la conclusión: "El cerebro mantiene una contabilidad exacta de la cantidad de sueño que se le debe" [15].

No dormir lo suficiente durante un período determinado de tiempo conduce a un fenómeno llamado deuda de sueño, lo que reduce la latencia del

sueño y las puntuaciones aumentan haciendo que las personas privadas de sueño duerman más rápidamente.

La prueba a domicilio, para una inusualmente baja latencia del sueño y la privación del sueño potenciales, los autores señalan una técnica desarrollada por Nathaniel Kleitman, "El padre de la investigación del sueño". El participante se reclina en una habitación tranquila y oscura, con una mano sostiene una cuchara en el borde de la cama o silla, colocando una placa en el suelo bajo la cuchara. Después de comprobar el tiempo, el sujeto intenta relajarse y conciliar el sueño. Cuando se alcanza el sueño, la cuchara va a caer sobre la placa, lo cual despertará al sujeto, que controla a continuación para ver cuánto tiempo ha pasado. El número de minutos que pasa es la latencia del comienzo del sueño a esa hora en particular en ese día en particular [6].

Dement aconseja en contra de hacer estas evaluaciones en la noche, cuando la latencia del comienzo del sueño, naturalmente, puede ser menor, especialmente en las personas mayores. En cambio, sugiere las pruebas de latencia del comienzo del sueño durante el día, idealmente, a las 10:00 am, 12:30 pm y de 3:00 pm una latencia del comienzo del sueño de 0 a 5 minutos indica grave privación del sueño, de 5 a 10 minutos es "problemática, 10 a 15 minutos, "indica una privación leve, pero manejable al grado de deuda de sueño", y de 15 a 20 minutos es un indicativo de "poco o nada de sueño" [15].

3.8.2 Medición de las latencias del comienzo del sueño (HIPNOGRAMA)

La actividad eléctrica del cerebro puede registrarse como parámetro único, los clásicos hipnogramas, o integrando una batería de sensores que exploran otros parámetros como el tono muscular, los movimientos respiratorios, la tensión de O₂, los movimientos oculares, la TA y la frecuencia cardíaca. Este último procedimiento constituye la polisomnografía [14,15].

El EEG de sueño permite la confección de cuadros de sueño, basados fundamentalmente en las características de cada etapa hípica y su correspondiente duración. Dichas etapas pueden resumirse de la manera siguiente:

Durante la vigilia encontramos una actividad alfa (8 a 12 c/s) en las regiones occipitales. Durante el período I o de adormecimiento el ritmo alfa se atenúa y es sustituido por un ritmo más rápido, beta, de 13 a 30 c/s). Cuando el sueño se profundiza algo más, se entra al sueño ligero o etapa II, en el que hallamos ritmos más lentos, ondas delta y theta y los llamados humps o jorobas de sueño, que son muy amplias, hipervoltadas, y predominan en las regiones centrales.

La etapa II, de sueño moderado se caracteriza por la aparición de ondas delta (menos de 4 c/s) y husos de sueño rápidos, de 14 a 20 c/s), de 10 a 100 uV de amplitud.

Finalmente la etapa IV de sueño, sueño profundo, se distingue por la aparición de ondas delta difundidas a toda la corteza, con una amplitud de 50 a 200 uV. Todas etapas configuran el estadio de SUEÑO LENTO, o SUEÑO NREM, en la que el tono muscular está conservado, no hay movimientos oculares y no hay sueños.

Por último sobreviene otra fase, de sueño rápido, llamado REM o MOR por ingleses y franceses respectivamente, caracterizado por una actividad polirrítmica, con frecuencias rápidas de bajo voltaje (10 a 30 c/s de 10 a 30 uV) parecidos a los de una vigilia atenta, pero en las cuales el sujeto está profundamente dormido y no es posible despertarlo por los estímulos habituales. Durante el sueño lento estos estímulos provocan grandes deflexiones primero rápidas y luego lentas, llamadas complejos K. En cambio durante la etapa REM es posible despertar al sujeto con estímulos afectivos de baja intensidad, pero nunca se producen los complejos K.

Durante los bombardeos a Londres y Dresden, en la segunda guerra mundial, muchas madres dormían con sus bebés en refugios subterráneos y el ruido de los aviones y las caídas de las bombas no las despertaban, pero el menor quejido o movimiento de sus niños las ponían inmediatamente en vigilia.

Tanto los períodos de sueño lento como los períodos de sueño rápido están organizados en varios ciclos, compuestos de una parte lenta y una parte rápida.

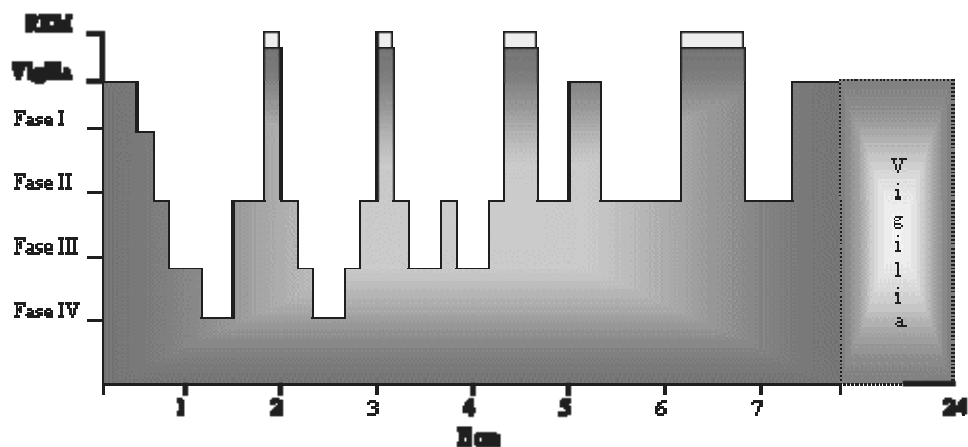
Según Kleitman, en los adultos y durante un sueño de ocho horas habría de 5 a 6 ciclos. Estos ciclos son diferentes en el curso de la noche. El primer ciclo tiene un período de sueño lento prolongado y una etapa REM corta. Los siguientes ciclos se caracterizan por tener etapas REM más largas [6,14,15].

Siempre, antes y después de una etapa REM, el período de sueño lento es en general ligero, en los estadios II o III. Todo esto varía mucho de sujeto en sujeto y aun en el mismo sujeto.

Si se lleva la cuantificación de estos resultados a un sistema de coordenadas, se confeccionan los llamados hipnogramas o cuadros de sueño. En las abscisas se representan las horas y en las ordenadas la etapa de sueño. (Ver Fig. 8.2.1) Adviértase que la imagen global del hipnograma de un sujeto normal ofrece a través de sus etapas la configuración de una ciudad moderna, Tokio o New York, con sus rascacielos y construcciones. Muy diferente es la imagen del sueño en sujetos que padecen de alguna alteración mental o están sometidos a la acción de drogas específicas que influyen sobre los mecanismos del sueño.

Figura 3.8.2

HIPNOGRAMA NORMAL



Tomado de: Joseph M. Serra i Grabulosa

3.9. Regulación del sueño

Actualmente la teoría más aceptada por los autores es que existen dos tipos de señales que inducen al sueño. Una de ellas es la homeostática, también llamada fase H, en la que el cuerpo y el cerebro necesitan descansar después de la vigilia para recuperar su equilibrio tanto físico como neuronal. La segunda señal es la circadiana, llamada fase S, en la que a través de la activación de los genes reloj situado en el Núcleo supraquiasmático se regula la relación entre la cantidad de actividad y descanso del organismo adaptado al ciclo de 24 horas. A través de la interacción de estas dos fases se llega a controlar el horario, la cantidad y la calidad del sueño necesario para reponerlo completamente [11,14,15].

La señal circadiana y la homeostática se complementan para iniciar el estímulo de activación o inactivación de diversas estructuras anatómicas.

Se esta despierto, porque se mantiene una interacción entre dos grandes circuitos neuronales: en primer lugar las conexiones entre tálamo-córtex y en segundo lugar las conexiones entre los núcleos bulbares y el córtex. El circuito tálamo - córtex comprende al tálamo y los circuitos de la zona del cerebro medio que conectan con el córtex frontal y parietal. Todas estas redes neuronales utilizan como neurotransmisor la acetilcolina. Los circuitos que unen los núcleos del bulbo cerebral y las áreas frontales del córtex son varios; el locus ceruleus con noradrenalina, el núcleo dorsal del rafe con serotonina, el núcleo tuberomamilar en el hipotálamo con histamina y por último varios núcleos laterales hipotalámicos con las orexinas. Todos ellos se encargan de mantener altas las concentraciones de estas sustancias durante la vigilia. En definitiva, las vías de la acetilcolina, los grupos neuronales monoaminérgicos en concreto las vías con dopamina y noradrenalina y los centros que contienen las orexinas son los que inician y perpetúan el estado despierto [6,14,15].

Todos estos circuitos neuronales actúan en conjunto iniciando el despertar cada mañana y después se interrelacionan de manera compleja para mantener y estabilizar el estado de vigilia. Estas señales que ascienden hacia el tálamo y posteriormente hacia el córtex provocan un aumento de la capacidad y potencia sináptica de todas las neuronas de las áreas cerebrales corticales necesarias para la interrelación con el entorno.

A nivel bioquímico se puede simplificar que los neurotransmisores se comportan de manera diferente según las fases del sueño. Las monoaminas (NA, Serotonina) aumentan su concentración durante el sueño de ondas lentas o sueño No REM y casi desaparecen durante el sueño REM. En cambio la Acetilcolina y la Dopamina, disminuye durante el sueño de ondas lentas pero se activa en sueño REM de manera similar a la vigilia. Durante la vigilia todas estas sustancias están activadas (ver tabla 3.9.1).

Tabla 3.9.1

	Neurotransmisor	Fase No REM	Fase REM	Despiertos
Pedunculo-pontina	Acetilcolina	Bajo	Alto	Alto
Locus Ceruleus	Noradrenalina	Alto	Bajo	Alto
Núcleo del Rafe	Serotonina	Alto	Bajo	Alto
Sustancia Negra	Dopamina	Bajo	Alto	Alto

Muestra el comportamiento de los neurotransmisores durante las fases del sueño.

Para finalizar, En un ser humano, un patrón de conducta habitual es mantenerse despierto por aproximadamente 16 horas durante el día y dormir 8 horas, todos los días en forma cíclica, es decir lo que se conoce como ritmo circadiano. Este ciclo se inicia en la mañana con la luz solar, la misma que estimula la retina y por intermedio del haz retino-hipotalámico activa el núcleo supraquiasmático que se proyecta hacia arriba a la zona preóptica relacionada con la temperatura corporal, dorsalmente hacia el núcleo paraventricular del hipotálamo (PVH) que controla el ritmo circadiano y la glándula pineal para la producción de melatonina (MLT). Las proyecciones posteriores del NSQ se dirigen hacia el área de las hipocretinas que inician la estimulación (en sentido figurado) de todos los núcleos del despertar, con la inactivación de los núcleos del sueño No REM y REM, para posteriormente al atardecer disminuir dicha estimulación y comenzar el proceso de activación progresiva de las estructuras involucradas en los dos tipos de sueño [6,14,15].

Estudios actuales han demostrado que la adenosina, un neurotransmisor inhibitorio que resulta del aumento del metabolismo del glicógeno, sería la sustancia implicada como inductora del sueño en el proceso de la homeostasis porque se acumula durante la vigilia prolongada y disminuye con el sueño reparador subsecuente. De hecho la cafeína, sustancia que produce insomnio, bloquea los receptores de adenosina.

Existen dos procesos claramente determinados, uno que favorece el sueño, que es denominado, homeostasis del sueño, y otro que se contrapone y favorece el estado de vigilia, que se ha denominado el proceso circadiano del despertar.

El proceso de homeostasis del sueño es bajo al comenzar la mañana y se incrementa progresivamente a lo largo del día; al mismo tiempo el proceso circadiano, activado por el núcleo supraquiasmático (NSQ) del hipotálamo (por acción de las hipocretinas), también se eleva para contrarrestar la homeostasis del sueño. A medida que las horas habituales para dormir se acercan, la actividad circadiana del despertar decae y predomina la homeostasis del sueño, permitiendo el inicio del mismo. Cuando la actividad circadiana comienza a decaer (al entrar la noche) se produce rápidamente el aumento de la liberación de la melatonina, hormona producida por la hipófisis en condiciones de oscuridad. Esta hormona tiene 2 tipos de receptores: los denominados tipo 1 (MLT1) presentes en el hipotálamo (NSQ), retina y corteza cerebral sobre los que actúa preponderantemente produciendo un efecto "off" o de apagamiento del NSQ, consolidando de esta manera el sueño, razón por la que se usa como terapéutica en los trastornos del ritmo circadiano. El otro tipo de receptor es el de melatonina 2 (MLT2), localizado en otros órganos del cuerpo y que estarían involucrados más en los cambios de fase propias del NSQ [12,14,15].

3.10 Función del sueño

El sueño según muchos autores, tiene diversas funciones actualmente bien establecidas:

- Primera: Restauradora, ésta tendría lugar en los tres primeros ciclos del sueño que contiene la casi totalidad del sueño de ondas lentas y parte del sueño REM, en esta fase estaría implicada la fase de neurogénesis y

formación de nuevas proteínas que ha sido demostrada en muchos mamíferos incluido el hombre en el núcleo geniculado hipotalámico.

- Segunda: Protectora, se relaciona el sueño de ondas lentas con el estímulo que recibe el sistema inmunitario para desarrollarse o ponerse en marcha frente a los agentes o sustancias con las cuales se está en contacto diariamente.
- Tercera: Reorganización funcional de los circuitos neuronales de manera que resulten más efectivos.

Esta nueva organización de las conexiones neuronales tiene sentido que se realice mientras estamos desconectados de la interacción del medio ambiente. De manera que esta faceta recogería todo lo que se ha adquirido durante el período de interacción con el exterior para incorporarlo a nuestro almacén de la manera más efectiva. Se sugiere que durante la vigilia hay una actividad cerebral que permite la formación de nuevas sinapsis por efecto del aprendizaje.

La disminución y sincronización que sucede en la corteza cerebral durante el sueño No REM permite deshacernos de lo que se llamamos basura cognitiva, es decir aquello que no quedó impreso como sinapsis neuronal completa [9,10,16].

La Fase Restauradora y Protectora tiene que ver con lo que se denomina teoría homeostática del sueño. Este modelo homeostático está en relación con la actividad de ondas lentas propias del sueño No REM. Durante esta fase se deshace de todo lo que se acumuló de manera exponencial durante la vigilia en las sinapsis neuronales. Esta descarga se produce también de manera exponencial e incluso de manera más rápida durante esta fase. Muchos autores sugieren que la cantidad y potencia de la actividad de estas ondas son los marcadores del aspecto restaurador de nuestro sueño [14].

A nivel bioquímico podemos afirmar que cuando la cantidad de Adenosina intracerebral sobrepasa cierto límite se activan los centros inductores del sueño sobretodo del sueño de ondas lentas o No REM. Al ponerse en marcha el sueño homeostático disminuye la cantidad de Adenosina Cerebral. Cuando la Adenosina disminuye por debajo de cierto umbral, el ciclo REM se activa, de manera que durante la noche, la duración del sueño REM es cada vez más larga debido a que

las cantidades de ciertas sustancias somnógenas como la Adenosina han disminuido a nivel intracerebral. De hecho, la cantidad de Adenosina Intracerebral disminuye rápidamente en los tres primeros ciclos completos No REM/REM [9,16].

En condiciones normales la potencia total sináptica de todos los circuitos neuronales cerebrales aumenta durante la vigilia hasta alcanzar el máximo que corresponde al momento justo antes de irse a dormir. Cuando se acerca el tiempo de dormir se inicia el descenso de la fuerza sináptica, que disminuye durante el sueño hasta llegar a la línea base coincidente con el final del sueño.

El despertar está asociado a la potenciación sináptica en la mayoría de los circuitos corticales como si todo se preparara para la vigilia.

Las funciones de homeostasis es decir recuperación del equilibrio neuronal nocturno aún están por esclarecerse. Actualmente se conoce que las zonas Ponto-Geniculo-Occipital es donde se producen las ondas lentas pontinas, de naturaleza theta, que son las asociadas al sueño No REM y éstas son un buen índice de la correcta homeostasis funcional del sistema nervioso central durante el sueño. Además ésta área es la que se encargaría de la consolidación de los procesos de memoria y por ello intervendría en el aprendizaje de manera importante [9, 10,16].

Y por último, la función de Reorganización funcional tiene relación con el fortalecimiento de las conexiones neuronales existentes y la creación de nuevas sinapsis. Todos estos son procesos que están vinculados de manera estrecha con la llamada plasticidad neuronal o capacidad que tiene el cerebro de buscar nuevas rutas o encontrar rutas alternativas entre los centros cerebrales y nuevas áreas asociativas. Así pues, la neuroplasticidad es la propiedad que tienen las neuronas de reorganizar sus conexiones sinápticas y de modificar los mecanismos bioquímicos y fisiológicos en respuesta a un estímulo externo o a un estímulo interno. Desde un punto de vista neurofuncional esta característica hace que la neurona sea una célula versátil, flexible, concebida para una relación dinámica y variante con el resto de neuronas. Es ese carácter de flexibilidad de la corteza cerebral la que conlleva una adaptabilidad de la función nerviosa que no sólo está sujeta a la genética del individuo sino a la vivencia propia y actual de cada persona. Así es como en neuropsicología se habla de que las relaciones

interpersonales y las vivencias interiores determinan la construcción y la maduración del cerebro de cada sujeto. La plasticidad cerebral cambia con la edad es máxima en la niñez y con el tiempo va disminuyendo con la edad de la persona [9, 14].

Esta capacidad de adaptación al cambio de la neurona como célula viva formando un distinto número de conexiones en relación al estímulo-respuesta permite moldear la estructura psíquica de un individuo y aprender con ello. El cerebro es pues un órgano con capacidad de cambio interno, dúctil a la voluntad, pudiéndose reforzar transmisiones consolidando redes neuronales. Otra función que se atribuye al sueño y que se encuentra en relación directa a la plasticidad, es la capacidad de consolidar información codificándola de manera que pueda ser evocada posteriormente; es lo que llamamos memoria a largo plazo [6,8,14].

Por otro lado, sabemos que existen muchos procesos fisiológicos importantes que interactúan entre el ciclo de sueño-vigilia y la salud de los individuos, pero de manera más concreta existen numerosos estudios que relacionan el sueño y el desarrollo de las funciones cognitivas cerebrales. Morfológica y funcionalmente la maduración del sistema nervioso central se ha asociado al desarrollo del ritmo sueño-vigilia en los niños. En los lactantes el establecimiento del ritmo circadiano sueño-vigilia se desarrolla en tres etapas. La primera es el establecimiento del patrón de 24 horas. En segundo lugar restricción de la fase atónica del sueño REM, junto con la concentración del sueño al mediodía, y en tercer lugar la desaparición del sueño durante el día y, la aparición y establecimiento de un patrón nocturno de sueño. Actualmente se reconoce que un correcto desarrollo neurológico y por lo tanto de madurez cerebral de los primeros meses de vida en humanos tiene que ver con el establecimiento de un adecuado ritmo del ciclo sueño-vigilia.

3.11 Otras funciones asociadas al sueño

3.11.1 Renales: Variaciones del volumen de orina y la excreción de sodio, potasio y calcio en el sentido de disminución ocurren durante el sueño. Los cambios del nivel de hormona antidiurética no son responsables de los cambios relacionados con el sueño en la función renal.

3.11.2 Digestivas: Algunos estudios muestran un aumento de la secreción ácida del estómago. Los registros de motilidad intestinal presentan resultados conflictivos hasta el presente.

3.11.3 Sexuales: La erección peneana ocurre durante la etapa de SP. Aunque su rol funcional permanece desconocido, la presencia o ausencia de erección durante el sueño es usada para el diagnóstico diferencial entre impotencia orgánica o psicogénica. En la mujer, se observan erecciones clitoridianas [6,16].

3.12 Efectos de la privación del sueño

Desde que en 1980 se inician los primeros trabajos que apuntan las posibles repercusiones de la falta de sueño hasta nuestros días se ha recorrido un largo camino. Aún hoy están por esclarecer todas las funciones de ese estado cerebral que denominamos dormir, para poder comprender profundamente los efectos que tiene la privación de sueño.

En primer lugar vamos a definir a nivel conceptual diversos tipos de privación de sueño [12,15,16]:

- Privación parcial a corto plazo, es la que los individuos se someten a privación entre 24 horas y 45 horas.
- Privación total de sueño, se consideran más de 45 horas de privación de sueño.
- Privación parcial crónica en la que se considera que se duermen menos de 7 horas cada 24 horas, de manera prolongada.
- Privación selectiva del sueño:
 - ✓ Privación sueño tipo REM
 - ✓ Privación de sueño No REM

Hasta hace pocos años, la mayoría de estudios que se referían a privación de sueño se habían realizado en animales. De todos estos estudios se sabe que los efectos de la privación total de sueño se aprecian de manera general las siguientes consecuencias:

- Afección de la piel con la aparición de lesiones ulceradas,
- Alteración y disminución de todo el sistema inmune.
- Disminución de la secreción de hormona de crecimiento.
- Aumenta del tono del sistema nervioso simpático con tendencia a la hipertensión.
- Activación del sistema adreno-cortico-hipofisario, con aumento del Cortisol.

El impacto de la privación de sueño en ratas puede inducir a la muerte si éste dura más allá de 21 días, de hecho la muerte es más rápida que en la privación de comida. Esta situación se acompaña de hipertensión arterial grave debido a un aumento de la noradrenalina plasmática como si el individuo estuviera en un estado máximo de estrés, junto con otros trastornos metabólicos que acaban desencadenando la muerte del animal [11,16,17].

En humanos la mayoría de estudios de privación de sueño no se sobrepasan los 7 días por razones éticas. Los efectos de la privación de una o dos noches de sueño produce somnolencia y fatiga al día siguiente, disminución de la capacidad de atención y concentración, y mayor vulnerabilidad para los accidentes. De hecho la mayoría de accidentes graves en los últimos años han sido en una franja horaria entre las 2 a.m. y las 5 a.m. Hay estudios que relacionan un 20 % de los accidentes de tráfico a la falta de sueño de los conductores. Otros accidentes graves ocurridos en el mundo en los últimos años se han producido en horario nocturno o tras muchas horas de vigilia. Por ejemplo el accidente del Challenger (1986) se produjo tras 30 horas de trabajo intensivo por parte del grupo responsable del proyecto.

Se sabe que en las últimas tres décadas, la población total de Estados Unidos ha disminuido de media casi 2 horas la duración de horas nocturnas de sueño y actualmente según datos de la Sleep Foundation, el 39% de su población duerme menos de 7 horas diarias.

La asociación The National Sleep Foundation, uno de los organismos mundiales más prestigiosos en el estudio del sueño, recomienda en los adultos, un mínimo de entre siete y ocho horas de sueño nocturno por noche.

Describiremos a continuación las diversas implicaciones de la privación de sueño:

3.12.1. Cambios bioquímicos y del Sistema Nervioso Autónomo

La privación de sueño se ha visto involucrada en la regulación de otros ritmos circadianos. Actualmente aún no están del todo esclarecidas las causas por las que la privación de sueño puede alterar la tensión arterial.

Muchos estudios han relacionado la privación parcial crónica de sueño con un aumento en el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares como son Hipertensión arterial, Infarto de Miocardio. Otros estudios correlacionan la privación con un aumento en la susceptibilidad a padecer Diabetes y Obesidad por un manejo anómalo de la glucosa y todo su metabolismo.

Por otra parte aunque se conocen bien las variaciones nocturnas del cortisol, glucosa y temperatura, hay pocos estudios que definan y expliquen las variaciones de estas sustancias con la privación de sueño moderada o inferior a 45 horas.

3.12.2. Cambios de la función Inmune

También se han observado importantes efectos inmunosupresores relacionados con la privación de sueño total, lo que se explica dentro de una situación tan estresante a nivel metabólico como es la falta de sueño. Hay un aumento demostrado en la susceptibilidad a las infecciones. Aunque no son concluyentes los trabajos se sabe que hay una respuesta atenuada de todas las líneas celulares de la respuesta inmune sin conocer profundamente el significado de estos cambios.

3.12.3. Cambios a nivel neurológico

A nivel celular o molecular parece ser que la privación de sueño en humanos se relaciona con una menor captación de oxígeno en la corteza prefrontal, y en ciertas áreas hipotalámicas. Un aumento en el consumo de glucosa, un aumento en la cantidad de neurotransmisores en toda las áreas hipotalámicas y del córtex prefrontal, lo que se traduciría en una situación de estrés metabólico para las neuronas de estas áreas.

Diferentes estudios realizados con Tomografía de Positrones y Resonancia Magnética Funcional cerebral demuestran que tras privación

total de sueño se produce un descenso en el metabolismo de la glucosa en todo el cerebro, sobre todo en el córtex prefrontal y en las áreas subcorticales como el tálamo y el córtex parietal posterior.

Esta disminución del metabolismo cerebral se puede apreciar desde períodos cortos de privación de sueño, aumentando el número de áreas y la disminución de la tasa metabólica conforme aumenta el número de horas de vigilia del individuo. Las zonas más vulnerables a este efecto son los circuitos tálamo-corticales.

3.12.4 Cambios en la expresión genética

Cirelli refiere que durante el sueño se transcriben un centenar de genes en diferentes áreas cerebrales que son los mediadores de la síntesis de proteínas del cerebro y la plasticidad neuronal (adquisición de memoria a largo plazo). En modelos animales, la expresión genética es distinta para el estado de vigilia y la de privación de sueño de corto como largo plazo. El mecanismo compensatorio a corto plazo aumenta la expresión de todos los genes para acoplarse al aumento de la demanda energética cerebral, sin embargo cuando la privación de sueño se mantiene a largo plazo se observa una la disminución de la expresión genética por desgaste de todo el sistema. [5,17]

Últimamente, se ha establecido el importante papel del sueño en el desarrollo del cerebro y en la plasticidad cerebral (neurogénesis de la zona del hipocampo del adulto). Y esta disminución de la neurogénesis en la zona del hipocampo denominada giro dentata parece estar asociada a una disminución general en la síntesis proteica. Y con ello la posibilidad de reparación neuronal. Este proceso puede adquirir gran importancia en las personas que sufren enfermedades vasculares cerebrales por un lado así como en la maduración de cerebral en los lactantes. En la privación de sueño de más de 45 horas en humanos se ha demostrado una disminución de la plasticidad neuronal en las áreas del hipocampo así como en áreas de olfatorias córtex prefrontal, y una disminución de la síntesis proteica de las áreas de giro dentata.

El sueño mantiene dos tipos de funciones, una de ellas tiene que ver con la memoria y su consolidación estableciendo sinapsis neuronales durante el sueño y por otro lado se encargaría del mantenimiento general de la

plasticidad cerebral mediante la síntesis de proteínas. En el adulto se produce crecimiento neuronal a través de células madre que se encuentran en la zona del hipocampo en concreto el giro dentado. Parece ser que esta síntesis de proteínas cerebrales se produce durante el sueño No REM, sobre todo en las fases de sueño profundo.

Desde un punto de vista neurocognitivo se ha podido comprobar que la privación a largo plazo está unida a los siguientes efectos [16]:

- Fases de microsiestas involuntarias
- Tiempo de Respuesta Motora enlentecido
- Reducción de la capacidad de adquisición de nuevas tareas
- Reducción de la memoria a corto plazo
- Errores por omisión por fallo de la atención

Algunos trabajos con Resonancia Magnética funcional han demostrado que tras 35 horas de privación de sueño, las tareas de memoria que requieren la activación del lóbulo temporal izquierdo y el lóbulo parietal posterior demuestran un descenso de actividad.

4. HIPÓTESIS

- 4.1 Existe diferencia en las funciones cognitivas y alteración en el electroencefalograma, en los médicos hospitalarios de la especialidad de Pediatría del Hospital General San Juan de Dios durante el período diciembre 2009 a enero 2010, previo a un turno y luego de este como consecuencia de la privación del sueño.

5. METODOLOGÍA

5.1. Tipo y diseño de la investigación

Estudio observacional analítico de corte transversal.

5.2. Unidad de Análisis:

Médicos Residentes del Hospital General San Juan de Dios que realizan la especialidad de Pediatría.

5.3. Población y muestra

UNIVERSO: Todos los Residentes de los diferentes años de carrera del Hospital General San Juan de Dios, que cursan la especialidad de Pediatría.

$$n = \frac{Z^2 pq N}{NE^2 + Z^2 pq}$$

Z = 1.96

p = 0.95

q = 0.05

Error Estándar = 5%

N = 24 residentes

n = 18 residentes

MARCO MUESTRAL

24 médicos residentes de la especialidad de Pediatría

MUESTRA:

Tamaño de Muestra = 18

Métodos y técnicas de muestreo:

No probabilístico de tipo voluntario

5.4. Criterios de inclusión y exclusión:

5.4.1 Criterios de inclusión:

- a. Médicos residentes del Hospital General San Juan de Dios.
- b. Número de horas dormidas, en las últimas 24 horas (duración de la guardia); fuera menor o igual a 3 horas de sueño nocturno.
- c. Encontrarse en un rol de turnos regido por el horario halstediano con una duración de 4 días entre sí, y pasar como mínimo 72 horas entre el test que se realizara en el momento de privación de sueño (después de la guardia), y el otro test basal.
- d. Haber dormido un mínimo de 7 horas el día previo a la realización del registro basal.

5.4.2 Criterios de exclusión:

- a. Se desecharan todos los casos que por historia clínica presentasen cualquiera de los puntos siguientes
- b. Padecer de trastorno del sueño (test de EPWORTH con puntuación superior a 14).
- c. Patología neurológica central.
- d. Tratamiento médico que pudiera interferir en el ritmo normal del ciclo sueño-vigilia (antihistamínicos, relajantes musculares, tranquilizantes, antidepresivos, etc.).
- e. Ingesta de bebidas psicoactivas, que contengan cafeína: café, té o refrescos.
- f. Abuso de sustancias psicoactivas, alcoholismo y/o drogodependencia.
- g. La participante estuviera en estado de gestación ya que está demostrado que en esta situación fisiológica también se altera el ritmo del sueño.

5.5. Definición y operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de Variable	Escala de Medición	Instrumento
Privación del Sueño	Número de horas de sueño inferior a 3 durante el turno	Respuesta a la pregunta ¿Cuántas horas duermes en promedio por turnos? del instrumento de recolección de datos.	Cuantitativa discreta Independiente	Razón	Ficha de recolección de datos
Alteración de los efectos cognitivos.	Valor obtenido en la aplicación de las pruebas psicométricas luego de un turno y previo a este	Valor de 0-100 obtenido en la aplicación de las pruebas psicométricas (Test de resistencia a la fatiga, test de palíndromo, test de codificación nivel 1, y test de respuesta motora) se considerara alteración cuando se reduzca en el 20% post turno.	Cuantitativa Discreta Dependiente	Razón	Medición de por parte de test psicométricos.
Latencia del inicio del sueño	Medición obtenida en el registro electroencefalográfico (EEG) en minutos al entrar en Fase I del sueño.	Valores asignados por el Test de latencias múltiples del sueño a partir de datos obtenidos del (EEG), 0-5 severo, 5-10 problemático, 10-15 manejable, 15-20 excelente.	Cuantitativa Discreta Dependiente	Intervalo	Electroencefalograma.

5.5.2 Tipos de Variables

5.5.2.1 Independiente:

Horas de Privación del Sueño en médicos residentes Hospitalarios.

5.5.2.2 Dependientes

Alteración de los efectos cognitivos en médicos residentes.

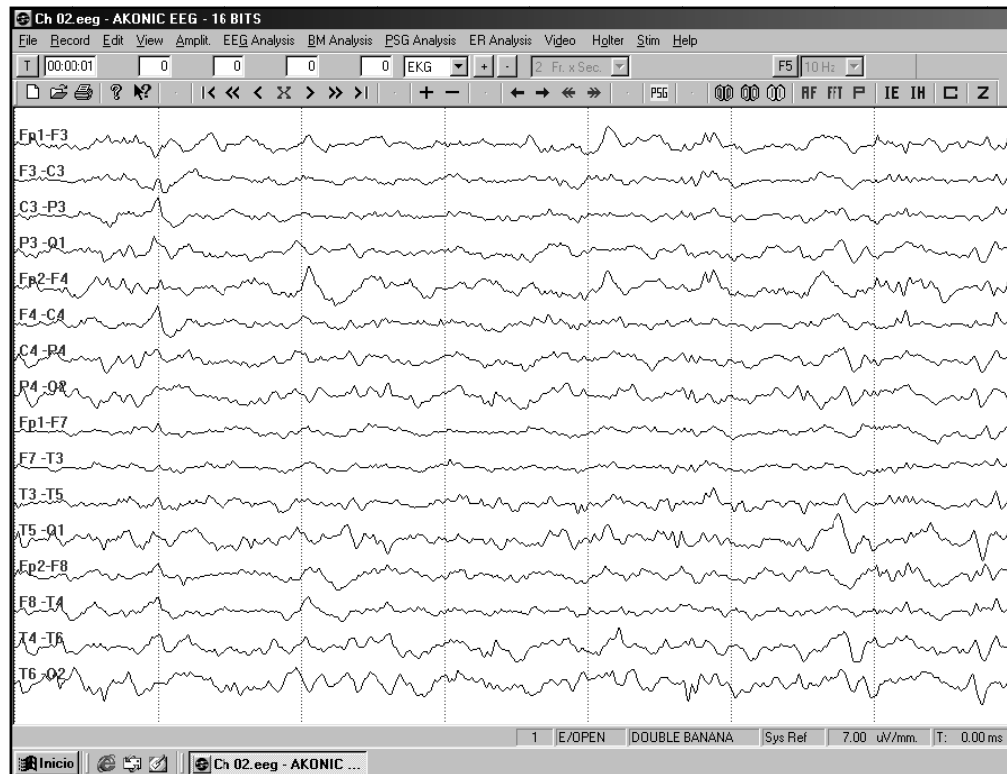
Latencia del inicio del sueño

5.6. Técnicas, procedimientos e instrumentos utilizados en la recolección de datos:

5.6.1 Técnicas:

Para la realización de los test se utilizó Lazarus Database Análisis, aplicación diseñada en sistema Adobe Flash y en combinación con Java Script. Específicamente para la aplicación de estas pruebas.

Se utilizó el programa AKONIC 16 para la recolección de electroencefalogramas de forma digital para su posterior análisis en casos pre turno y post turno.



5.6.2 Procedimientos:

La recolección de datos se efectuó de la siguiente manera:

- a. Se le informó al participante acerca del trabajo de investigación, en qué consistía y de qué manera se llevarían a cabo las pruebas. Para ello se le entregó un consentimiento informado (anexos) en el cual el participante que recibió toda la información necesaria, prestara libremente su conformidad para participar en el estudio tras firmar el documento.
- b. Si por motivos profesionales o de incompatibilidad de horarios el participante no podía presentarse en las fechas acordadas o realizar ninguno o alguno de los tests psicométricos, el sujeto podía retirarse del estudio sin ningún tipo de inconveniente. Se garantizó, en todo momento, la privacidad de los datos de cada uno de los participantes.
- c. Una vez el sujeto aceptó participar del estudio, con su agenda de guardias, se decidía cuales serían los días en que podía realizar los dos test, el basal y el de pos turno teniendo en cuenta que en la post guardia la recolección de datos no debía ser superior a 3 horas para garantizar la máxima objetividad de los datos.
- d. Se realizó una lista de turnos de todos los participantes y el organigrama de cada residente durante el tiempo que se duró la recolección de datos. Se evaluó si el residente cumplía con los criterios de inclusión de lo contrario se acordaba otro día para la realización de hacer los test psicométricos y la realización del electroencefalograma.
- e. En primer lugar se realizó una historia clínica para comprobar si cumplían con los criterios de inclusión, luego se aplicó el formulario de recolección de datos de forma virtual, luego se procedió a realizar los test psicométricos, en la primera vez que el sujeto se sometió al estudio, se le explicó con detenimiento la mecánica para responder los test.

5.6.3 Instrumentos:

El orden de los test que se aplicó a todos los participantes, fue el siguiente:

- Test de resistencia a la fatiga
- Test de palíndromo
- Test de codificación nivel 1
- Test de habilidad motriz
- Visual Recalling Text

- Test de Resistencia a la fatiga
Este tipo de tests, ponen a prueba nuestra capacidad para realizar tareas monótonas pero que no son totalmente mecánicas y que requieren de toda nuestra atención. El objetivo en este caso fue subrayar las parejas de números consecutivas que sumen 10. En nuestro caso, se escribía en la casilla que aparecía a la derecha el número de la columna que ocupaba el primer número de la pareja, y si se encontraban varias parejas, eran separadas con comas.

- Test de Palíndromo (Test de atención y percepción)
Este tipo de tests, miden capacidades tales como la rapidez al hacer una tarea de forma precisa y la resistencia al desgaste, ya que obligaba al participante a realizar tareas rutinarias pero que requerían de un gran nivel de atención y concentración con la dificultad añadida de la limitación temporal. Era importante estar relajados y concentrados mientras se realizaba ya que si se podían poner nerviosos y obtener resultados no fiables. En este había que comprobar si las palabras que aparecían a derecha e izquierda en cada fila eran iguales o distintas. Si eran iguales, se colocaba una "I" en la casilla central y si eran diferentes se colocaba una "D".

- Test de Codificación (Nivel 1)
El objetivo de este test era traducir las 10 palabras a las que se les había substituido algunas letras por símbolos. Para ello se disponía de 180 segundos. El test presentaba una tabla de equivalencias entre letras y símbolos que debería utilizar para realizar la traducción. Y se debía intentar encontrar las palabras ocultas en el mínimo tiempo posible.

Este tipo de test permitió comprobar la rapidez y fiabilidad en el desempeño de tareas, así como la capacidad de asimilar nueva información en poco tiempo, por lo que evaluó la atención y la memoria (anexos). (Copyright © 1998-2009 PsicoActiva® on-line.)

➤ Test de habilidad motriz

Este tipo de test permitía evaluar el tiempo de asociación entre una imagen, y su concordante verbal, lo cual determinó la velocidad de respuesta motriz por medio de cuantificación del tiempo transcurrido entre los dos eventos (anexos).

➤ Visual Recalling Test (VRT)

Este test consistió en presentar una lista de quince palabras al inicio de la aplicación del test, con un orden específico, para lo cual se le proveía al participante de dos minutos para memorizarlo, luego del cual se retiraba la lista, y al final de la aplicación de las pruebas anteriores se procedió a solicitar que listara las palabras en cualquier orden y las escribiera, este test evaluó la memoria a corto plazo (anexos).

5.7. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

5.7.1 Procesamiento de datos

Tal como se describe en técnicas, procedimientos e instrumentos se registró la cantidad de horas de sueño promedio al mes en el formulario de datos que solicitó llenar a los participantes del estudio.

En el apartado de técnicas, procedimientos e instrumentos se describe la técnica propuesta para realizar los test psicométricos. Todos los casos serán realizados por el mismo observador, con ello se pretende controlar el sesgo de observador. Se utilizó un software diseñado específicamente para la aplicación de estos test retirando así el factor humano en el posible sesgo de datos, y se evitó cualquier transferencia que el calificador pudiera realizar a la interpretación.

El objetivo principal fue demostrar la relación clara que existía entre las horas de sueño durante un turno y como afecta esto el desempeño en las áreas cognitivas, por lo cual se aplicó un análisis que rendía interpretación individual por área de afectación y a la vez por ser una

población homogénea una ventana de espectro uniforme hacia la realidad a la que los participantes del estudio se veían sometidos.

5.7.2 Análisis de datos

El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS versión 15.0 para Windows. Antes de iniciar el estudio de las variables, se comprobó que todas las variables tuvieran un concordante entre pre turno y post turno dado que los sujetos a estudio eran sus propios controles, sin embargo por las mismas limitante de que este estudio se llevó a cabo en sujetos de estudio que permanecían en el de forma voluntaria, se conto con la participación total de 17 residentes, en donde se recogieron datos de 16 pre turno incluyendo el formulario de datos, los test psicométricos y el electroencefalograma, a su vez 13 fueron los datos obtenidos del pos turno con idénticas características que del preturno.

Se tomaron los datos obtenidos de la encuesta de la encuesta realizada al principio de los test psicométricos que constaban de 9 preguntas, analizándolas en cuanto a medidas de dispersión central, que reflejaron la opinión de los residentes sobre su realidad en los turnos.

Se aplicó un test de Correlación para comprobar la relación entre en número de horas dormidas y el resultado de los test psicométricos post turno.

Siendo importante mencionar que los estudios de medidas repetidas que son aquellos estudios en los cuales los sujetos son observados bajo todos los niveles experimentales. Siendo en este caso la situación experimental la privación de sueño de 24 horas con varios posibles resultados en las pruebas psicométricas, que en este estudio fueron cinco pruebas.

Este tipo de diseños ofreció la posibilidad de controlar las diferencias existentes entre el sujeto y el efecto experimental, ya que cada sujeto actuó como su propio control, lo que permitió reducir el error experimental (varianza residual).

Una particularidad de los diseños de medidas repetidas es que a menudo conllevan efectos asociados al contexto experimental, ya que puede aparecer aprendizaje o lo que llamamos sensibilidad experimental. Estos efectos son parcialmente controlados si el orden de aplicación para cada

sujeto se asigna de manera aleatoria, sin embargo este efecto no fue posible abolirlo debido a que se realizó el mismo orden a cada uno de los participantes por las limitantes del programa diseñado para cumplir dicha función.

A su vez se aplicó la Prueba de Wilcoxon para contrastar datos pareados la cual se puede aplicar cuando se tiene una muestra de parejas de valores, en este caso pre y post turno, que se puede denominar (X_1, Y_1) , (X_2, Y_2) , ... , (X_n, Y_n) , de la misma forma se calcularon las diferencias $X_1 - Y_1$, $X_2 - Y_2$, ... , $X_n - Y_n$ y se ordenaron en valor absoluto, asignándoles el rango correspondiente. Se calculó R^+ como la suma de rangos positivos (cuando X_i fue mayor que Y_i), y la suma de rangos negativos R^- . Si los valores de R^+ y R^- fueran parecidos, no habría variación alguna entre el pos turno y pre turno, sin embargo se pudo observar a través de esta prueba una marcada variación entre ellas, al poder realizar la comparación a 12 parejas de datos dado que ese fue el número de datos con el que se contó en condiciones pre y post turno.

Para el análisis de los resultados obtenidos en la recolección electroencefalográfica se utilizó la adaptación del test de latencias múltiples del sueño (MSLT), en una representación gráfica de hipnogramas pre y post turno, con denominaciones en letras mayúsculas de la letra "A" hasta la letra "Q", y para el hipnograma post turno se utilizó la misma nomenclatura cambiando la letra del sujeto estudiado a letra minúscula, facilitando la identificación en la progresión hacia las diferentes fases del sueño.

5.8. ALCANCES Y LÍMITES

5.8.1 Alcances

El conocimiento y determinación de los efectos de la privación del sueño en los médicos residentes del Hospital General San Juan de Dios, que representa a una porción del ámbito nacional y por tanto a los médicos guatemaltecos, será de de importancia para realizar inferencias y analizar los problemas que conlleva la realización de turnos o guardias médicas, tanto sobre los residentes, como su repercusión sobre los pacientes.

El presente estudio es innovador por ser el primero en incluir medición real de los patrones electroencefalográficos, al inicio y luego de los turnos, lo cual permite dar un enfoque medible no solo cuantitativamente, sino un abordaje que puede ser tomado por una especialidad médica como lo es la neurología; en el cual su diseño metodológico permite un grado apropiado de confiabilidad con respecto a los resultados.

El trabajo en conjunto con otras instituciones, incluyendo el Ministerio de Salud Pública y la Universidad de San Carlos de Guatemala, permite la posibilidad de trasladar los resultados al nivel de toma de decisiones con la expectativa de que los mismos sean utilizados para diseñar las intervenciones pertinentes.

5.8.2 Límites

Una limitación de este estudio fue la realización del mismo únicamente en la especialidad de Pediatría, lo cual permitió conocer el grado en que se afecta el sueño en esta especialidad, pero se desconocen los efectos en otras especialidades, incluyendo aquellas en las cuales las habilidades quirúrgicas requieren de un nivel de concentración mayor.

En virtud del tiempo proporcionado por los residentes para la realización del estudio, fue necesario replantear algunos de los alcances que se habían considerado inicialmente. En ese sentido se planteó en un inicio, la recolección de los datos no solo de tipo cognitivo, sino también la determinación de los cambios en las constantes circadianas físicas, sin embargo esto no fue posible por la necesidad de tiempo que se requería para este efecto, tiempo que los residentes no estaban de acuerdo en brindar.

En cuanto a la metodología, no se contó con un parámetro previo en la utilización de electroencefalografía para la determinación de la privación del sueño en médicos residentes, por lo que al utilizar la escala de latencias múltiples del sueño, esta fue aplicada, confiando en la experiencia del departamento de neurología del Hospital General San Juan de Dios.

5.9. ASPECTOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN

Este estudio pertenece a la Categoría II (con riesgo mínimo) en estudios realizados en pacientes, la realización del trabajo fue aprobada por el Comité de Docencia e Investigación y el Comité de Ética del Hospital General San Juan de Dios. A todos los médicos residentes participantes se les solicitó su consentimiento informado, garantizándose la confidencialidad de los datos obtenidos. La carga horaria invertida en este estudio estuvo contemplada y autorizada por la jefatura de Pediatría de dicho hospital.

6. RESULTADOS

Todos los resultados del análisis estadístico se presentan en media, rango y desviación estándar. El registro de los datos de cada uno de los sujetos también se incluye en formato de tablas o figuras, según corresponde.

6.1 Características de la población

La muestra final incluida fue de 17 residentes de la especialidad de Pediatría del Hospital General san Juan de Dios. Las características de la población estudiada fueron de carácter homogéneo y correspondían a los médicos que optaron a la formación de postgrado tras finalizar la carrera universitaria de medicina y tras ganar la oposición nacional de médico residente. Sin embargo cabe destacar dos patrones que salieron a la media de la población como lo fueron una residentes cursando el Tercer año del posgrado (RIII) con 6 meses de gestación al momento de la realización de las pruebas psicométricas y electroencefalogramas, el segundo patrón evaluado corresponde a una residente cursando el Cuarto año de posgrado (RIV) que pese a los criterios de exclusión consumía 75 mg de Tiopental al día como tratamiento para migraña, que luego de investigaciones subsecuentes no afectaría su desempeño ni alteraría su ciclo de sueño (ver tabla 1). Así mismo se denotó la ausencia de tres residentes en los datos post turno, y uno en el pre turno; las razones para su no participación en el estudio fueron, uno de los participantes no aprobó el año lectivo de posgrado lo cual imposibilitó la realización de su estudios pos turno, de igual forma, un segundo residente se encontraba de vacaciones al momento de su asignación pos turno, y decidió no continuar en el mismo, el tercero, arguyó no contar con más tiempo para participar del estudio, misma razón que hizo notar el participante del cual únicamente se poseen estudios post turno.

En cuanto a la distribución por sexos y edades, se decidió tomar como población única independiente de edad y sexo, puesto que en lo referente al sexo únicamente el 17.64% de los residentes fue de sexo masculino, contra un abrumador 82.36% de residentes de sexo femenino; en la distribución por edades la variación de las mismas fue de 1 año, con un promedio de 25 años, lo cual para fines del estudio, no significaban alteración en las mediciones electroencefalográficas ni sesgo en el momento de aplicación de las pruebas psicométricas.

Así mismo no se realizó distinción por jerarquías dado que en el contexto de la investigación la variable principal a estudiar eran las horas de sueño durante el turno, y al momento de evaluar su relación a la jerarquía no existía relación alguna, con un promedio de horas sueño en 1 hora y 30 minutos.

Se definió el tomar jerarquías correspondientes al año lectivo en curso pese a que un alto porcentaje de residentes realizó las pruebas en el año 2009, esta medida se realizó para evitar posible sesgo y confusiones en las jerarquías para el año 2010. No se incluyeron RI pertenecientes al ciclo lectivo 2010, debido a que el estudio era de carácter voluntario y al solicitar su colaboración hacia el mismo, un amplio número de residentes manifestó no contar con el tiempo necesario para su participación en el estudio, por diferentes motivos que abarcaban, desde sobrecarga laboral en los servicios, hasta dificultad asociada a los momentos de entrega de las guardias.

Tabla 1

No. de residentes por año electivo cursado

Año de Residencia	No.	(%)
RII	9	52.94
RIII	5	29.41
RIV	3	17.65
Total	17	100

Fuente: Ficha electrónica de recolección de datos.

- 6.2 Formularios de recolección de datos: El formulario de recolección de datos evaluó aspectos relevantes, en cuanto a la concepción y opinión de los residentes participantes del estudio sobre los turnos, en los cuales se enfatizó el determinar el número de guardias por mes y su desgaste al realizar los mismos, este a su vez se analizó con medidas de tendencia central, evaluando porcentajes y determinando de forma estadística las opiniones expresadas. (Para evidenciar cada pregunta según número se puede consultar en el anexo el instrumento de recolección usado).

Tabla 2
Respuestas a preguntas de formulario digital

Código	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	RII	SI	8	SI	1	Nunca	No más de lo habitual	SI	Negativamente
B	RII	SI	8	SI	1	Nunca	Mucho más de lo habitual	SI	De forma indiferente
C	RII	SI	8	SI	1	Nunca	Algo más de lo habitual	SI	De forma indiferente
D	RII	SI	8	SI	1	Nunca	Mucho más de lo habitual	SI	Negativamente
E	RII	SI	8	SI	2	Nunca	Mucho más de lo habitual	SI	Negativamente
F	RII	SI	8	SI	1	Nunca	Algo más de lo habitual	SI	De forma indiferente
G	RIV	SI	8	SI	3	Nunca	Algo más de lo habitual	SI	Negativamente
H	RIV	SI	8	SI	2	Nunca	Algo más de lo habitual	SI	Negativamente
I	RIII	SI	8	SI	3	A veces	No más de lo habitual	SI	De forma indiferente
J	RII	SI	8	SI	1	Nunca	Mucho más de lo habitual	SI	De forma indiferente
K	RIII	SI	8	SI	1	Nunca	Algo más de lo habitual	SI	De forma indiferente
L	RIV	SI	8	SI	2	A veces	Mucho más de lo habitual	SI	Negativamente
M	RIII	SI	8	SI	2	Nunca	Mucho más de lo habitual	NO	De forma indiferente
N	RIII	SI	8	SI	2	Nunca	Mucho más de lo habitual	NO	De forma indiferente
O	RII	SI	8	SI	1	Nunca	Algo más de lo habitual	SI	De forma indiferente
P	RII	SI	8	SI	1	Nunca	Mucho más de lo habitual	SI	Negativamente
Q	RIII	SI	8	SI	1	A veces	Mucho más de lo habitual	SI	Negativamente

Fuente: Ficha electrónica de recolección de datos.

Del análisis de la tabla 2 se desprende los siguientes datos:

El 100% de los residentes reportó padecer de cansancio entre turnos y desear realizar menos turnos a los que actualmente realizan, que para la población estudiada por su homogeneidad y misma área de trabajo correspondían a 8 turnos por mes.

El promedio de horas sueño por turnos correspondía a 1 hora con 30 minutos, no pudiéndose establecer relación directa con la jerarquía y horas sueño debido a la no paridad e igualdad de población por rangos jerárquicos anteriormente expuesta.

El 82.35% de los residentes evaluados en este estudio no se sentían en condiciones óptimas para el trabajo y el 17.65% reportó sentirse a veces en condiciones, lo cual refleja que ninguno de la población estudiada se percibían a sí mismos en condiciones óptimas de trabajo. El 88.24% de los residentes atribuía que su estado de ánimo había empeorado por falta de horas de sueño, mientras que un 11.76% refirió no presentar cambios en su estado anímico.

Tabla 3
Test psicométricos pretorno

	RESISTENCIA A LA FATIGA (%)	PALÍNDROMO (%)	CODIFICACIÓN (%)	MOTRIZ (segundos)	VISUAL RECALLING TEXT (%)
A	33.33	70.00	100.00	00:00:29	60.00
B	10.77	70.00	80.00	00:00:33	60.00
C	26.15	50.00	100.00	00:00:24	53.33
D	26.75	90.00	90.00	00:00:28	46.67
E	35.45	80.00	100.00	00:00:38	60.00
F	45.59	63.33	100.00	00:00:26	66.67
G	41.67	100.00	100.00	00:00:25	60.00
H	18.18	53.33	80.00	00:01:03	33.33
I	12.86	93.33	90.00	00:00:29	66.67
J	15.87	83.33	100.00	00:00:38	53.33
L	23.08	93.33	100.00	00:00:32	73.33
M	18.31	66.67	100.00	00:00:34	66.67
N	44.26	80.00	100.00	00:00:33	60.00
O	36.67	93.33	100.00	00:00:31	46.67
P	65.21	76.67	90.00	00:00:29	53.33
Q	20.31	80.00	100.00	00:00:34	33.33
Mediana	26.45	80.00	100.00	00:00:32	60.00

Fuente: Test psicométricos digitales.

Tabla 4
Test psicométricos posturno

	RESISTENCIA A LA FATIGA (%)	PALÍNDROMO (%)	CODIFICACIÓN (%)	MOTRIZ (segundos)	VISUAL RECALLING TEXT (%)
a	29.57	80.00	100.00	00:00:31	40.00
b	31.34	73.33	100.00	00:00:35	46.66
c	23.29	76.67	100.00	00:00:44	33.33
e	25.76	76.67	100.00	00:00:24	13.33
f	13.58	90.00	100.00	00:00:37	46.67
g	27.78	96.67	100.00	00:00:21	33.33
h	16.05	76.67	80.00	00:00:45	26.67
I	30.52	70.00	100.00	00:00:32	53.33
J	22.62	96.67	100.00	00:00:27	60.00
K	36.53	76.67	100.00	00:00:33	53.33
L	19.18	86.67	100.00	00:00:34	53.33
M	27.14	70.00	100.00	00:00:32	46.67
P	16.42	43.33	100.00	00:01:01	60.00
Mediana	24.19	76.67	100.00	00:00:33	50.00

Fuente: Test psicométricos digitales.

6.3 Test psicométricos

De las tablas anteriores referentes a los resultados obtenidos en los test psicométricos en condiciones pre turno y post turno, se observó poca variación en las pruebas que median tanto comprensión como habilidad motriz y capacidad de seguir ordenes, con una variación entre el 2% y 3%, al comparar las medianas globales pre y post turno, sin embargo en el Visual Recalling Test (que evalúa la memoria a corto plazo), la variación ascendió a un 10%, marcando déficit en el post turno, razón por la cual se decidió utilizar pruebas probabilísticas no paramétricas como lo es la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon.

En la cual al realizar la comparación de rangos negativos (R-) y rangos positivos (R+), se estableció una diferencia real neta al determinar las medias negativas en 73 puntos acumulativos, contra las medias de rangos positivos de 5 puntos, lo cual evidenció de forma solida los resultados obtenidos en las comparaciones netas previas.

Tabla 5
Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Resistencia a la fatiga post - Resistencia a la fatiga pre	Rangos negativos	8 ^a	6.00	48.00
	Rangos positivos	4 ^b	7.50	30.00
	Empates	0 ^c		
	Total	12		
Palindromo post - Palindromo pre	Rangos negativos	5 ^d	6.00	30.00
	Rangos positivos	7 ^e	6.86	48.00
	Empates	0 ^f		
	Total	12		
Codificación post - Codificación pre	Rangos negativos	0 ^g	.00	.00
	Rangos positivos	3 ^h	2.00	6.00
	Empates	9 ⁱ		
	Total	12		
Motriz post - Motriz pre	Rangos negativos	5 ^j	7.00	35.00
	Rangos positivos	7 ^k	6.14	43.00
	Empates	0 ^l		
	Total	12		
VRT post - VRT pre	Rangos negativos	10 ^m	7.30	73.00
	Rangos positivos	2 ⁿ	2.50	5.00
	Empates	0 ^o		
	Total	12		

a. Rfatiga_post < Rfatiga_pre

b. Rfatiga_post > Rfatiga_pre

c. Rfatiga_post = Rfatiga_pre

d. Palin_post < Palin_pre

e. Palin_post > Palin_pre

f. Palin_post = Palin_pre

g. Codi_post < Codi_pre

h. Codi_post > Codi_pre

i. Codi_post = Codi_pre

j. Motriz_post < Motriz_pre

k. Motriz_post > Motriz_pre

l. Motriz_post = Motriz_pre

m. VRT_post < VRT_pre

n. VRT_post > VRT_pre

o. VRT_post = VRT_pre

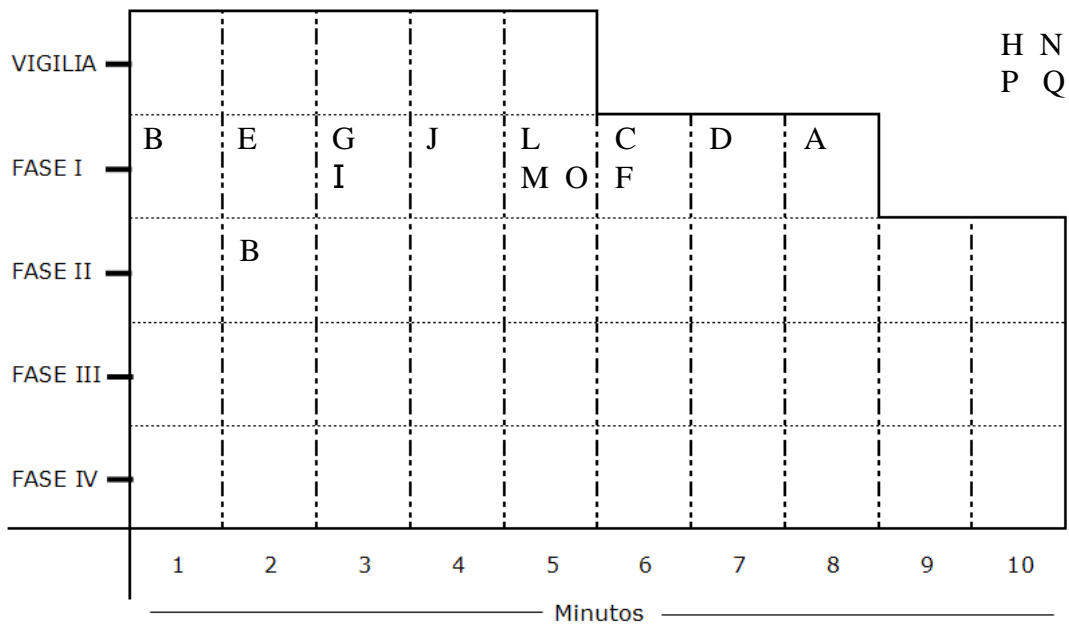
Tabla 6

Horas de sueño y su efecto en los resultados psicométricos post turno

Horas Sueño	Datos	Resistencia a la Fatiga	Palíndromo	Codificación	Motriz	VRT
1	N	7				
	Media	24.76	76.67	100.00	38.29	48.57
	Desv.tip.	8.23	16.89	0.00	11.32	9.97
2	N	4				
	Media	22.03	77.50	95.00	33.75	35.00
	Desv.tip.	5.29	6.87	10.00	8.66	18.36
3	N	2				
	Media	29.15	83.34	100.00	26.50	43.33
	Desv.tip.	1.94	18.86	0.00	7.78	14.14
Total	N	13				
	Media	24.60	77.95	98.46	35.08	43.59
	Desv.tip	6.84	13.78	5.55	10.33	13.77

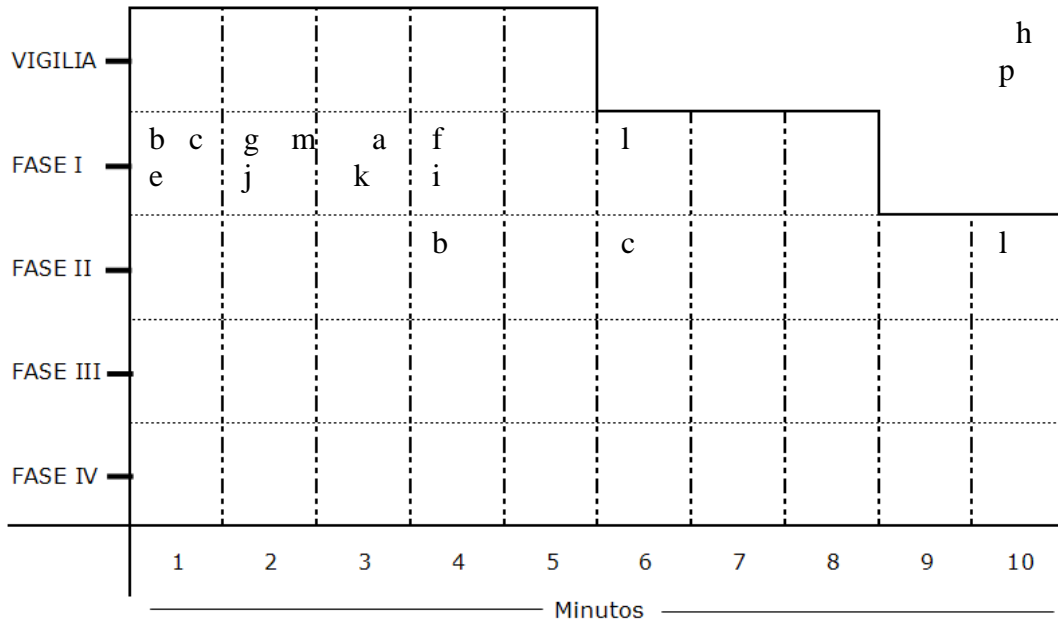
Gráfica 1

Hipnograma preturno



Fuente: Resultados obtenidos de EEG.

Gráfica 2
Hipnograma posturno



Fuente: Resultados obtenidos de EEG.

De la tabla 6 se puede inferir que aquellos que tuvieron horas de sueño igual a 3 horas obtuvieron punteos mayores en los test de resistencia a la fatiga, palíndromo, codificación y un mejor tiempo en el test de habilidad motriz, sin embargo parece no reflejar diferencia respecto a el déficit observado en el visual recalling text (VRT), aunque no debe olvidarse que la muestra en este intervalo corresponde a 2 residentes y se tiene una desviación típica alta en 14.14 lo que indica la disparidad de la misma.

6.4 Medición de las latencias del sueño (MSLT)

En la realización de los electroencefalogramas (EEG), como se explica en el área de métodos, se corrió un trazo de 10 minutos, con 28 canales de recolección, lo cual permitió determinar el momento en el cual el paciente en estudio ingresaba a la fase I del sueño e incluso fase II presente en algunos participantes, en donde se tomó el tiempo y se evaluó la duración del mismo, pero siendo la forma más fiel de representar en una escala de hipnogramas, con adaptación del MSLT para 4 grandes aéreas de hipersomnia tomando el rango establecido en dicha escala, de 0 a 5 minutos como una latencia del sueño baja y una somnolencia Grave, de 5 a 10 minutos como una hipersomnia problemática, 10 a 15 somnolencia manejable y de 15 a 20 minutos un patrón de latencia del sueño excelente.

En la medición de latencias del sueño por medio de electroencefalografía, transcritas de forma gráfica al hipnograma, se observó que el 56.25% de los participantes padecían de hipersomnias graves y un 75% de algún tipo de hipersomnia en el pre turno, mientras que el 76.92% sufrió de hipersomnias graves durante el post turno y el 84.61% sufrió de algún tipo de hipersomnia.

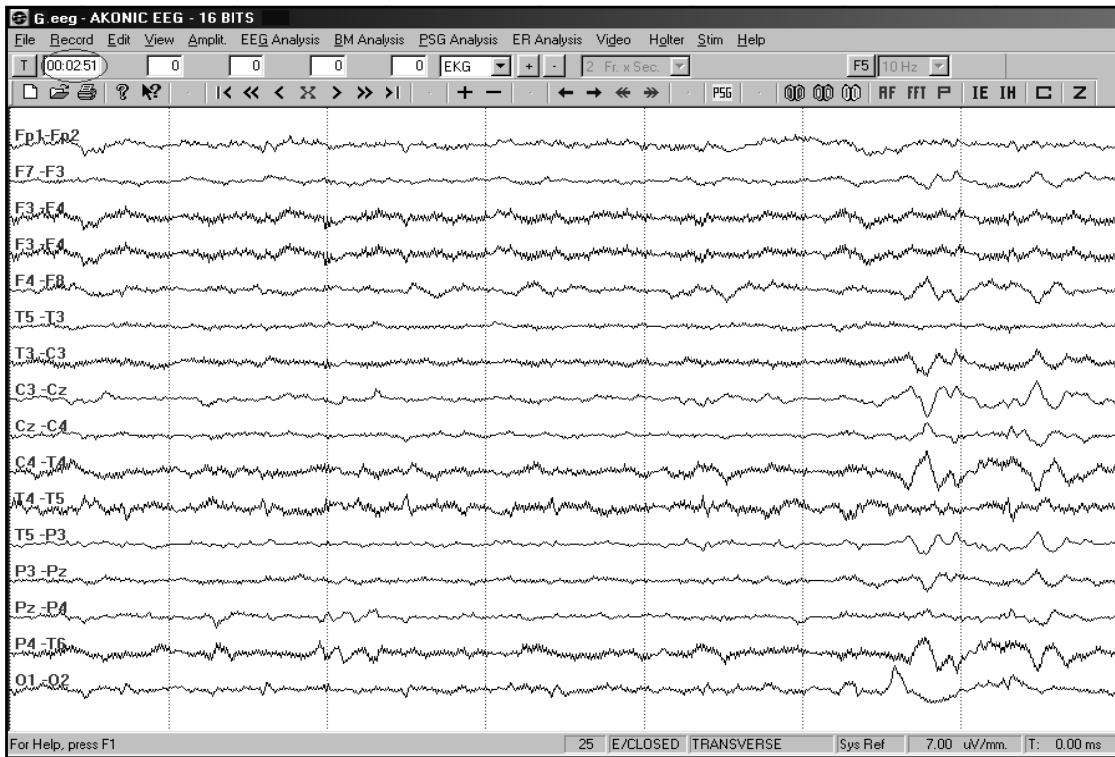
De la misma gráfica se pudo estimar que la barrera de sueño para aquellos que entraban en fase I del sueño en el pre turno era equivalente a 8 minutos, en escala MSLT perteneciente a somnolencia problemática, en contraste a la barrera tiempo de 5 minutos establecida para los estudios post turno, pertenecientes a somnolencia grave.

6.4 De los electroencefalogramas

Se evaluaron los electroencefalogramas por parte de un neurólogo capacitado en dicha área, obteniendo en su mayoría EEG que presentaron ritmos de base organizados, reactivos, con algunas variantes normales como: ritmos μ y de bajo voltaje esperado para la edad, aunados a los estados de hipersomnia mostrados en el hipnograma, dichas variantes no podían tomarse como anormales ni ser cuantificadas en medidas de central, pero cabe la posibilidad de mencionar dos hallazgos importantes referentes a los electroencefalogramas como lo son ondas beta durante todo un patrón electroencefalográfico y patrón desorganizado con actividad lenta más puntas observables en la región occipital bilateral.

Gráfica 3

EEG PRETURNO NORMAL, EN FASE I DEL SUEÑO (correspondiente a paciente G)

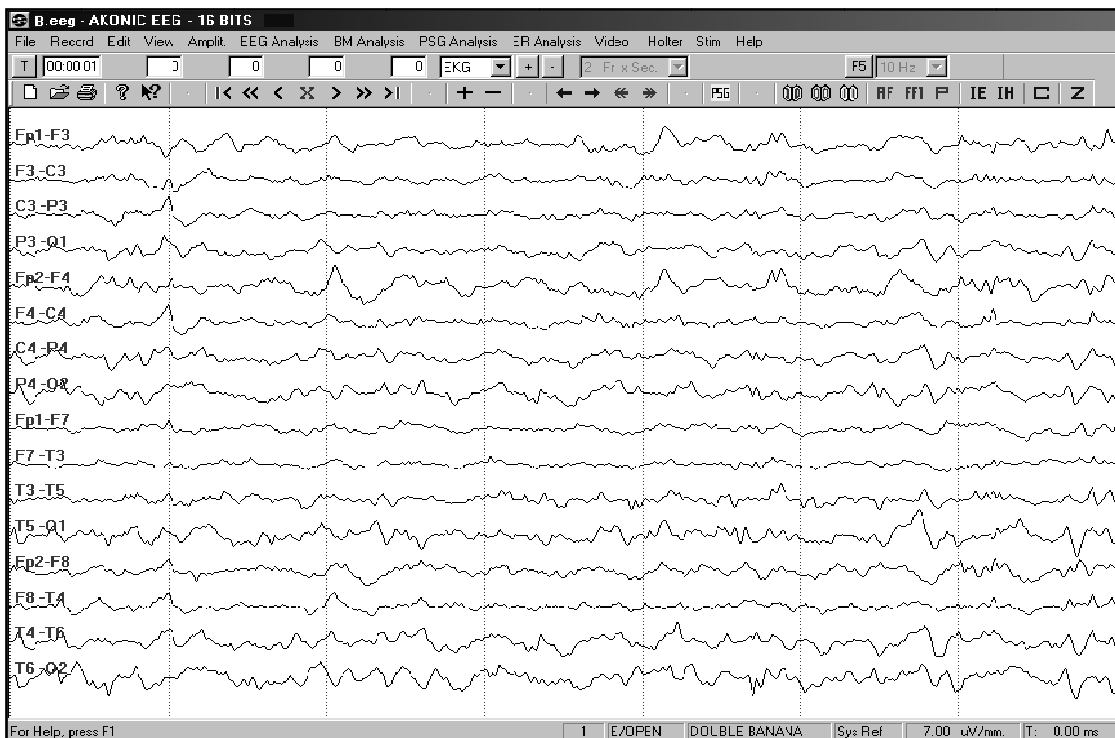


Fuente: Resultados obtenidos de EEG.

Interpretación: Dr. Jorge Alfredo León

Gráfica 4

EEG PRETURNO PATRÓN DESORGANIZADO (correspondiente a paciente B)

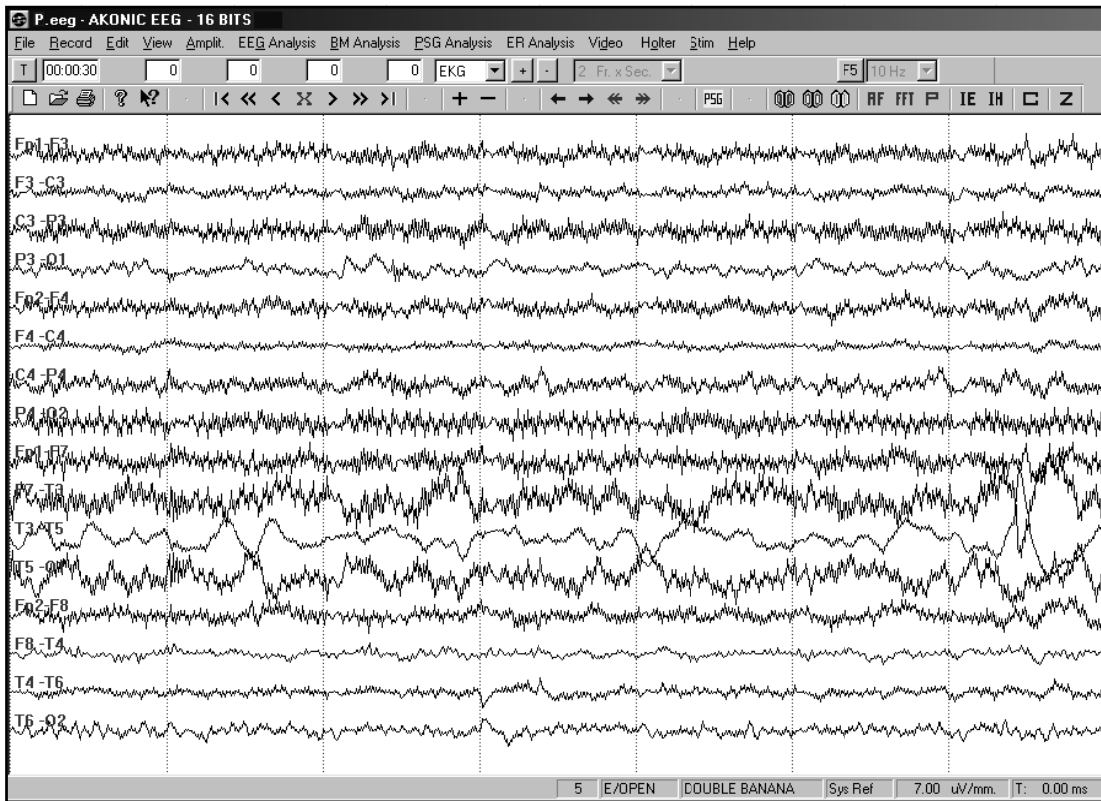


Fuente: Resultados obtenidos de EEG.

Interpretación: Dr. Jorge Alfredo León

Gráfica 5

EEG POSTURNO PREDOMINIO ONDAS BETA (correspondiente a paciente P)



Fuente: Resultados obtenidos de EEG. Interpretación: Dr. Jorge Alfredo León

7. DISCUSIÓN

El objetivo de este trabajo fue evidenciar cómo se ven alteradas las funciones cognitivas (memoria, atención, respuesta motriz) durante una privación de sueño de 24 horas. Pese a las limitantes de disparidad concernientes a la muestra obtenida pre y pos turno y al tamaño muestral reducido, tras la realización del estudio, se pudo determinar que la función cognitiva que se vio en mayor medida afectada, fue la memoria a corto plazo, evaluada por el denominado Visual Recalling Text (VRT). El resto de indicadores cognitivos que se exploraron presentaron variaciones mínimas en cuanto que, pueden considerarse como variaciones normales a cada individuo o no estadísticamente significativas.

Estos resultados contradicen a los presentados por Williamson y Feyer (2005), en los cuales la velocidad de reacción fue la variable que experimentó mayor deterioro. Se debe tener en cuenta que Bartel y colaboradores (2004), demostraron que un deterioro del 15% en las pruebas de velocidad de reacción luego de una guardia es equivalente al producido por una concentración sanguínea de alcohol de 0,05 g/% [1]. Sin embargo no se puede concluir que dichos resultados predictivos sean de mayor o menor peso estadístico inclinándose hacia cualquiera de ambos resultados puesto que se utilizaron dos instrumentos diferentes para medir la misma variable.

Sin embargo otro aspecto determinante en la evaluación de la memoria es la atención puesto que están netamente relacionados en cuanto a que si se carece de atención a lo que se desea memorizar, la memoria disminuye significativamente, por eso es de suma importancia tomar en cuenta el tiempo que duran las pruebas psicométricas. Algunos autores sostienen que cuando las tareas impuestas por metodología son superiores a los 35 minutos de duración total, el número de individuos que se fatigan es mayor y aumenta el número de errores cometidos en las áreas que controlan la atención y por tanto repercuten en la memoria. En este caso, el tiempo global de ejecución de los cinco test, incluido el Visual Recalling Text no superaba los 17 minutos, lo cual se logró diseñando el software de aplicación de las mismas con ese fin. De esta forma se puede afirmar que la disfunción cognitiva no fue debida a la fatiga por exceso de tiempo.

Al evaluar los resultados obtenidos de las pruebas de relación de medianas y la prueba del signo de Wilcoxon, se puede dar certeza del efecto que genera el cansancio y la privación del sueño sobre la memoria a corto plazo como resultado predisponiendo a los residentes a errores por omisión.

Pero es alarmante el saber que el 100% de los residentes están conscientes de dicha situación y el 82.35% de los mismos no se sienten en condiciones óptimas para el trabajo que asociada a un promedio de 1 hora con 30 minutos de sueño por turno y a estados de hipersomnia grave como lo reportan los resultados del test de latencias múltiples del sueño, se continúen realizando estas prácticas de privación del sueño poniendo en riesgo no sólo a los residentes, en sí mismo si no a los pacientes a su vez por las razones antes mencionadas.

Cabe mencionar que los estados de hipersomnia grave en los cuales se engloba al 56.25% de los participantes pre turno y al 76.92% del pos turno que se traduce como una facilidad para ingresar a estados del sueño en menos de 5 minutos, están relacionados con la privación del sueño de forma parcial crónica, entendiéndose esta como aquella en que se duerme menos de 7 horas cada 24 horas de manera prolongada puesto que como se expuso en la revisión del marco teórico se ha demostrado que el sueño lleva un conteo específico del déficit o débito de sueño. Siendo así la necesidad de prestar atención a tan importante problema que pareciera insignificante y sin importancia pero ha cobrado la vida de muchos, mencionando un caso con consecuencias fatales, evidenciado en el área geográfica del estudio del cual la única razón atribuible al mismo fue encontrarse en condiciones post turno.

Es por ello que al evaluar las jornadas de trabajo largas y variables que son frecuentes durante la residencia en las cuales al médico residente se le exige una gran dedicación durante este período de formación. De hecho, durante la residencia y dependiendo de la especialidad que se esté realizando pueden llegar a trabajar de 60 hasta 130 horas a la semana (suma de horario laboral establecido más turnos). En una encuesta realizada a residentes de primer año de varias especialidades cifró en 37,6 horas de media como el período más largo sin dormir. Una cuarta parte de los mismos referían estar disponibles para asistir fuera de horario más de 80 horas a la semana; el 10% de estos residentes indicaban que la privación de sueño era inclusive diaria. Estas condiciones laborales conllevan a una restricción o privación de horas de sueño, trastornos en la actividad diaria y fatiga. Por todo ello, los turnos en los cuales no se enfrenta tan solo un débito neto de horas sueño, sino también sobrecarga laboral, se traduce en lo anteriormente expuesto en trastornos graves del sueño. Mismos que influyen directamente en la alteración a las funciones cognitivas de los residentes, en especial la memoria a corto plazo; así como retraso en las decisiones médicas, errores de juicio y riesgo para la seguridad de ellos mismo y el paciente.

8. CONCLUSIONES

- 8.1 Las funciones cognitivas, en especial la memoria a corto plazo, de los residentes se altera tras la privación de sueño en un turno médico de al menos 24 horas.
- 8.2 No existe relación proporcional del déficit cognitivo al déficit de horas sueño por turno, puesto que la relación es dada por el débito total de horas sueño acumulado.
- 8.3 La privación del sueño parcial crónica predispone al padecimiento de hipersomnias graves.

9. RECOMENDACIONES

9.1 A la facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala

9.1.1 Proponer iniciativas de Ley (artículo No. 174 de la Constitución Política de la República de Guatemala) fundamentadas académica y legalmente que regulen y normen los horarios de trabajo para los médicos residentes en formación, que tras períodos de privación del sueño, pueden incurrir en impericia o mal praxis médica.

9.2 Al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala

9.2.1 Evitar toda actividad que implique altos niveles de atención e integridad cognitiva; cuando la atención está disminuida debido a un déficit intenso y agudo de sueño, en donde la posibilidad de error es alta.

9.2.2 Crear políticas públicas que normen y regulen los horarios laborales de los médicos residentes, implicando a su vez una mejora en la calidad de atención a los usuarios en salud.

9.3 Al gobierno de Guatemala

9.3.1 Desarrollar políticas de calidad atención en salud, siendo responsabilidad del gobierno el no solo brindar salud, sino también la calidad de la misma, por medio del mejoramiento en los horarios laborales del personal médico hospitalario.

10. APORTES

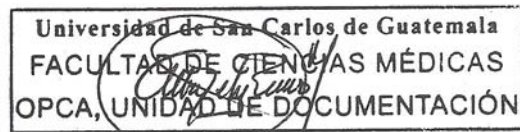
- 10.1 Charlas a médicos residentes de Pediatría del Hospital General San Juan de Dios, sobre la privación del sueño y sus efectos en cuanto a su rendimiento global pre y pos turno. Haciendo conciencia a este grupo sobre como se afecta su calidad de vida, y la calidad en atención en los usuarios en salud.

- 10.2 Reuniones con el Decano de la Facultad de Ciencias Médicas, para evaluar la posibilidad del promover una iniciativa de Ley que norme y regule los horarios de trabajo y el número por mes para los médicos residentes.

11.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Domínguez P, Grosso ML, Pagotto B, Taliercio V, Allegri R. Efectos de la privación de sueño en el desempeño de los médicos residentes de Pediatría. Arch Argent Pediatr 2009; 107(3):241-245.
2. Saxena AD, George CF. Sleep and motor performance in oncall internal medicine residents. Sleep 2005;28(11):1386-91.
3. Targa A, Vila M. Impacto de la privación del sueño en las funciones cognitivas. [monografía en línea]. Barcelona: Aula Escolar Europea; 2007 [accesado 9 de septiembre de 2009]. Disponible en: <http://www.aula-ee.com/data/tdr/2006-2007/Treball%20Recerca%20Marta%20Vila%20i%20Anna%20Targa.pdf>
4. Menéndez M, Murúa R, García B. Efecto subjetivo de las guardias sobre la salud, calidad de vida y calidad asistencial de los médicos residentes de España. [monografía en línea]. Madrid: Archivos de Medicina; 2005 [accesado 9 de septiembre de 2009]. Disponible en: <http://archivosdemedicina.com/files/1/webpgs/guardias.html>
5. Reed DA, Levine RB, Miller RG, Ashar BH, Bass EB, Rice TN. Effect of residency duty-hour limits: views of key clinical faculty. Arch Intern Med 2007 Jul 23;167(14):1487-92.
6. Guyton AC, Hall JE. Tratado de Fisiología Médica. 11 ed. Madrid: Elsevier, 2005.
7. Rouvière H, Delmas A. Anatomía Humana: Descriptiva, topografía y funcional. 10 ed. Barcelona: MASSON, 1999:t3:604-696.
8. Kumar V, Abbas AK, Fausto N. Patología estructural y funcional. 7 ed. Madrid: Elsevier, 2005.
9. Elcum N. Modelling Biological rhythms in failure time data. J Circadian Rhythms 2006;7(1):4-14.
10. Cirelli C. Cellular consequences of sleep deprivation in the brain. Sleep 2006;10(4):307-321.
11. Kryger H, Roth TH. Principles and Practice of Sleep Medicine. 4 ed. New York: Saunder, 2003.

12. Colwell C. Sleep and circadian rhythms: do sleep centers talk back to the clock?. Nature 2003;10(6):132-138.
13. Knutson KL. The metabolic consequences of sleep deprivation. Sleep 2007;11(3):159-62
14. viguera.com, EEG normal [sede Web]. Barcelona: viguera.com; [accesado 12 de septiembre de 2009]. Disponible en: <http://www.viguera.com/pdf/muestra/8485424557.pdf>
15. Johns MW. A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale. Sleep 1991;14(6):540-545.
16. Borbély A, Hayaishi O, Sejnowski TJ, Altman JS. The regulation of sleep. 3 ed. France: Strasbourg, 2000.
17. Cárcamo JL. Efectos de la de privación del sueño en médicos residentes hospitalarios: Estudio descriptivo transversal de los cambios ocurridos en el área intelectual de 14 residentes en el posturno inmediato, en comparación con 14 residentes en preturno, del Hospital General San Juan de Dios, durante el mes de julio de 1988. [tesis de Médico y Cirujano]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas, 1988.



12.ANEXOS

CONSENTIMIENTO INFORMADO

INFORMACIÓN PARA EL PARTICIPANTE

TÍTULO: *Relación de la privación del sueño en médicos hospitalarios y alteración en las funciones cognitivas.*

He sido invitado (a) a participar en la investigación “Relación de la privación del sueño en médicos hospitalarios y alteración en las funciones cognitivas”.

Entiendo que se me realizará una evaluación clínica previa, así como también pruebas psicométricas que pondrán en evidencia mi rendimiento matemático, de memoria y asertividad al compararlo en un estado pre turno y post turno, además de la realización de un electroencefalograma en busca de alguna alteración en el patrón de ondas por privación del sueño. He sido informado (a) que los riesgos son mínimos y que el estudio se realizara en dos fases pre turno y pos turno. Se me ha proporcionado el nombre y dirección de un investigador que puede ser fácilmente contactado.

He leído y comprendido la información proporcionada o me ha sido leída. He tenido la oportunidad de preguntar sobre ella y se he contestado satisfactoriamente las preguntas que he realizado. Consiento voluntariamente participar en esta investigación como participante y entiendo que tengo el derecho de retirarme de la investigación en cualquier momento sin que me afecte en ninguna manera sobre mi trabajo.

Nombre del participante _____

Firma del participante _____

Fecha _____

He leído con exactitud o he sido testigo de la lectura exacta del documento de consentimiento informado para el potencial participante y la persona ha tenido la oportunidad de hacer preguntas. Confirmando que la persona ha dado consentimiento libremente.

Nombre del investigador _____

Firma del Investigador _____

Fecha _____

Ha sido proporcionada al participante una copia de este documento de consentimiento informado _____ (iniciales del investigador/subinvestigador).

**INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DISEÑADO PARA LA
INVESTIGACIÓN, CON VARIANTE PRE Y POST TURNO.**

Ítems de la encuesta
I. Año de residencia
II. ¿Sufres de cansancio entre turnos? 1. Si 2. No
III. ¿Cuántos turnos haces en promedio al mes?
IV. ¿Preferirías hacer menos turnos de los que haces en la actualidad? 1. Sí 2. No
V. ¿Cuántas horas duermes en promedio por turnos?
VI. ¿Luego de un turno te sientes en condiciones óptimas para el trabajo? 1. Siempre 2. Nunca 3. A veces
VII. ¿Te encuentras cansado el día siguiente de un turno?: 1. No más de lo habitual 2. Algo más de lo habitual 3. Mucho más de lo habitual
IX. ¿Alguna vez has tenido algún conflicto o discusión serio con algún otro médico o enfermera por causa o durante los turnos? 1. Sí 2. No
X. ¿Crees que tu estado de ánimo ha empeorado por falta de horas de sueño? 1. 1. Sí 2. No
XI. ¿Cómo han influido los turnos en tu calidad de vida? 1. Negativamente 2 De forma indiferente 3. Positivamente
XII. ¿Cuántas horas dormiste en el turno? (solo aplicable al día post turno):

Escala de Somnolencia de EPWORTH

PREGUNTA

¿Con qué frecuencia se queda Vd. dormido en las siguientes situaciones? Incluso si no ha realizado recientemente alguna de las actividades mencionadas a continuación, trate de imaginar en qué medida le afectarían.

Utilice la siguiente escala y elija la cifra adecuada para cada situación.

- 0 = nunca se ha dormido
- 1 = escasa posibilidad de dormirse
- 2 = moderada posibilidad de dormirse
- 3 = elevada posibilidad de dormirse

<u>Situación</u>	Puntuación
• Sentado y leyendo	
• Viendo la T.V.	
• Sentado, inactivo en un espectáculo (teatro...)	
• En coche, como copiloto de un viaje de una hora	
• Tumbado a media tarde	
• Sentado y charlando con alguien	
• Sentado después de la comida (sin tomar alcohol)	
• En su coche, cuando se para durante algunos minutos debido al tráfico	
Puntuación total (máx. 24)	

PRUEBAS PSICOMÉTRICAS

Test de resistencia a la fatiga

Este tipo de tests, ponen a prueba nuestra capacidad para realizar tareas monótonas pero que no son totalmente mecánicas y que requieren de toda nuestra atención. El objetivo en este caso es subrayar las parejas de números consecutivas que sumen 10. En nuestro caso, escribiremos en la casilla que aparece a la derecha el número de la columna que ocupa el primer número de la pareja, y si encontramos varias parejas, separaremos los números con comas. Observa el siguiente ejemplo:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
7	5	1	5	8	4	6	2	5	1	2	9	1	7	0	2	7	4	1	7	4	9	7	3	8	6,12,23
0	7	7	7	2	6	9	6	2	1	1	7	6	5	7	8	7	4	1	9	5	1	1	9	2	6,12,23
7	8	3	3	3	0	6	8	4	1	8	1	8	1	4	4	6	8	1	7	3	4	1	1	9	19,23
																									19,23
																									16,20,24
																									16,20,24

Test de palíndromo

unpnmbetqxb unpnmbotqxb
 zdwynoygytz zdwynoygytz

Dispones de 2 minutos y medio para finalizar el test. Cuando estés preparado pulsa el botón "Comenzar" para empezar el test. Si deseas realizarlo sin la limitación temporal, no pulses el botón y accede directamente al test que se encuentra más abajo en esta misma página. Cada vez que recargues la página se generará un test distinto.

Test de codificación

Este test evalúa la memoria por medio de la sustitución de los objeto gráficos en series de letras logrando la sustitución por letras individuales para formar una palabra.

Tabla de símbolos

	I	E	L

	Traduce las siguientes palabras	Respuesta	Haz clic para ver la solución.	Diccionario
1	M	<input type="text"/>		
2	P	<input type="text"/>		

Visual Recalling Test

Test que evalúa el número de palabras recordadas luego de la realización de todas la pruebas, con un tiempo de dos minutos para la memorización de las mismas.

A	1	2
Plátano		
Puente		
Gato		
Cuchillo		
Tigre		
Amario		
Escoba		
Zapato		
Flor		
Carta		
Vino		
Muro		
Teléfono		
Mano		
Coche		
Errores:		
Total palabras:		

Recall:

Nº de palabras recordadas:

--	--

A B

Errores de palabras recordadas:

--	--

A B

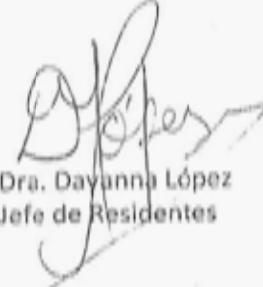
Dra. Dayanna López
Dra. Gladys Aquino
Jefas de Residentes
Presente.

Es para mí un gusto saludarles deseándoles éxitos en sus labores cotidianas, esperando que todo aquello que se propongan genere frutos para el triunfo personal y laboral.

El motivo de la presente es para solicitarle se me brinde la autorización de tiempo libre a los residentes de primer a cuarto año de la residencia de pediatría del Hospital General San Juan de Dios, para la realización de electroencefalografía y test psicométricos, ambos pertenecientes al estudio "Efectos físicos, cognitivos y emocionales de la privación del sueño en médicos hospitalarios" que se lleva acabo en dicho centro, el cual cuenta con las autorizaciones debidas por el comité y subcomité de investigación, estando anuentes a la misma en jefatura de pediatría, para lo cual se necesitará de al menos 45 minutos por residente (25 minutos electroencefalograma, 15 minutos test psicométricos) en dos momentos en el preturno y en el post turno inmediato, siendo de vital importancia que en el posturno, no se sobrepase el horario limite de las 12 P.M debido a criterios de inclusión y exclusión del mismo, a lo cual solicito su colaboración con brindarles el tiempo solicitado a los residentes que participan en el estudio.

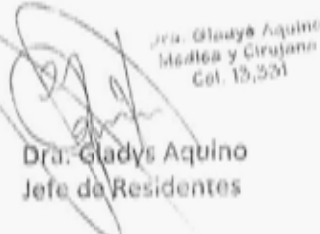

Así como también el permiso para asistir a una charla en la cual se detallarán las implicaciones de este problema en el ámbito nacional.

Agradeciendo de Antemano su atención y esperando respuesta favorable a mi petición se despide de usted atentamente,



Dra. Dayanna López
Jefe de Residentes

Br. José Miguel Lázaro Guevara



Dra. Gladys Aquino
Médica y Cirujana
Col. 13,331
Dra. Gladys Aquino
Jefe de Residentes