

Neurofisiología del Sueño

En el ser humano y en la mayoría de los mamíferos se pueden distinguir claramente tres estados comportamentales: la vigilia, el sueño de ondas lentas –o sueño lento (SL)–, y el sueño REM (rapid eye movements, movimientos oculares rápidos). La polisomnografía es la herramienta para distinguir estos estados, consiste en el registro simultáneo del electroencefalograma (EEG), el electromiograma (EMG) y los movimientos oculares.

Durante la vigilia existe una interacción óptima con el ambiente que nos permite desarrollar diversos comportamientos necesarios para la supervivencia. En el ser humano, la vigilia se acompaña de conciencia del medio que nos rodea y de ciertos estímulos generados internamente.

En el sueño existe una marcada disminución de la interacción con el ambiente, un aumento del umbral de reacción a estímulos externos, una disminución de la actividad y tono muscular, así como la adopción de una posición adecuada para conservar el calor. De la vigilia se ingresa al SL, en el cual se reconocen clásicamente cuatro fases en el ser humano (numeradas del 1 al 4) relacionadas con la profundidad del estado.

Los principales avances conceptuales en relación con el SRAA son los siguientes:

- El SRAA ‘clásico’ se compone de distintos grupos neuronales que difieren en sus neurotransmisores.
- Neuronas de regiones específicas del hipotálamo posterior y del cerebro basal anterior (o prosencéfalo basal), áreas reticuladas desde el punto de vista histológico, se comportan funcionalmente como activadoras.
- Los distintos grupos neuronales que componen los sistemas activadores proyectan por una vía dorsal hacia los núcleos específicos y no específicos del tálamo, o por una vía ventral que pasa por el hipotálamo lateral y por el cerebro basal anterior antes de llegar a la corteza cerebral.

La investigación sobre la biología del sueño y sobre los efectos clínicos de sus trastornos deja en claro que el sueño es un proceso de vital importancia para la salud integral del ser humano. Sin embargo la tendencia en la población mundial es hacia la reducción del tiempo total de sueño, lo cual se ha reflejado en el incremento en la incidencia de trastornos del sueño. En este sentido, la población joven es especialmente proclive a desarrollar trastornos del sueño principalmente debido a factores externos (sociales y ambientales) y a distintos hábitos que pueden afectar su calidad (consumo de alcohol, tabaco, cafeína, etc.).

El sueño no sólo es un fenómeno normal, sino que es considerado como un proceso fisiológico de vital importancia para la salud integral de los seres humanos.

Las características del sueño varían enormemente entre las diferentes especies, así tenemos:

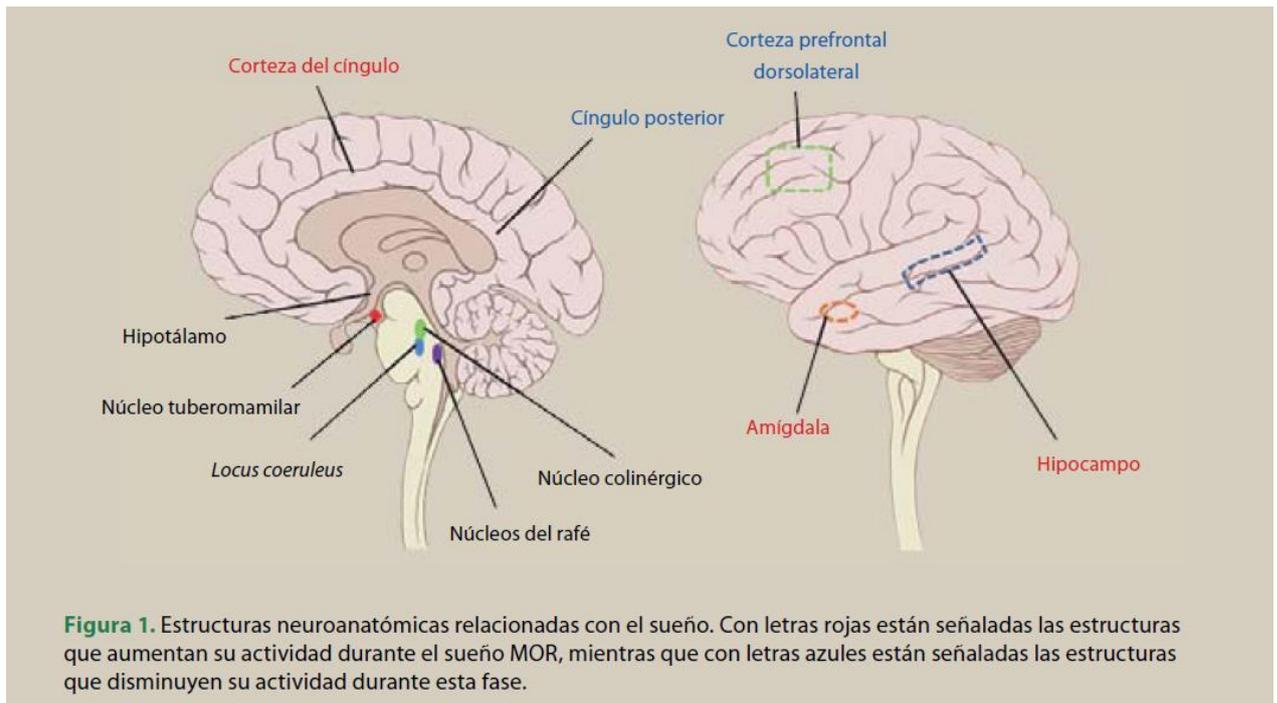
- 1) Disminución de la conciencia y reactividad a los estímulos externos,
- 2) Se trata de procesos fácilmente reversibles (lo cual lo diferencia de otros estados patológicos como el estupor y el coma).
- 3) Se asocia a inmovilidad y relajación muscular.
- 4) Suele presentarse con una periodicidad circadiana (diaria).
- 5) Durante el sueño los individuos adquieren una postura estereotipada.
- 6) La ausencia de sueño (privación), induce distintas alteraciones conductuales y fisiológicas, además de que genera una “deuda” acumulativa de sueño que eventualmente deberá recuperarse.

Diversos y muy importantes procesos fisiológicos, están estrechamente relacionados o incluso están determinados por el sueño o la periodicidad del mismo. Existen diversas teorías acerca de las funciones del sueño, por ejemplo:

- 1) Restablecimiento o conservación de la energía.
- 2) Eliminación de radicales libres acumulados durante el día.
- 3) Regulación y restauración de la actividad eléctrica cortical.
- 4) Regulación térmica.
- 5) Regulación metabólica y endocrina.
- 6) Homeostasis sináptica.
- 7) Activación inmunológica.
- 8) Consolidación de la memoria.

Desde el punto de vista funcional se conceptualiza que en la regulación global del sueño participan tres subsistemas anatómico-funcionales:

- 1) Un sistema homeostático que regula la duración, la cantidad y la profundidad del sueño, en este sistema se ha involucrado especialmente el área preóptica de hipotálamo.
- 2) Un sistema responsable de la alternancia cíclica entre el sueño REM y no REM que ocurre en cada episodio de sueño, en el que se ha involucrado primordialmente al tallo cerebral rostral, y 3) Un sistema circadiano que regula el momento en el que ocurre el sueño y el estado de alerta, en el cual se ha involucrado el hipotálamo anterior). Así mismo, se ha demostrado que paralelamente a la participación de distintas estructuras cerebrales, también diferentes neurotransmisores participan en las fases del sueño y vigilia.



Neuroquímica de los estados de alerta y sueño

Núcleo cerebral responsable	Neurotransmisor involucrado	Estado de actividad en neuronas cerebrales relevantes
<i>Alerta</i>		
Núcleo colinérgico en la unión de puente y cerebro medio	Acetilcolina	Activado
Locus coeruleus	Norepinefrina	Activado
Núcleo del raquí	Serotonina	Activado
Núcleo tuberomamilar	Orexina	Activado
<i>Sueño No MOR</i>		
Núcleo colinérgico en la unión de puente y cerebro medio	Acetilcolina	Disminuido
Locus coeruleus	Norepinefrina	Disminuido
Núcleo del raquí	Serotonina	Disminuido
<i>Sueño MOR activo</i>		
Núcleo colinérgico en la unión de puente y cerebro medio	Acetilcolina	Activo (ondas PGO) ^a
Núcleo del raquí	Serotonina	Inactivado
<i>Sueño MOR inactivo</i>		
Locus coeruleus	Norepinefrina	Activado

^aPGO: ondas ponto-geniculo-occipitales.

El EEG es la representación gráfica y digital de las oscilaciones que muestra la actividad eléctrica del cerebro.

Durante el estado de alerta, mientras se mantienen los ojos cerrados, en el EEG se observan oscilaciones de la actividad eléctrica que suelen encontrarse entre

8-13 ciclos por segundo (Hz), principalmente a nivel de las regiones occipitales (ritmo alfa).

Durante el sueño ocurren cambios característicos de la actividad eléctrica cerebral que son la base para dividir el sueño en varias fases. El sueño se divide en dos grandes fases que, de forma normal, ocurren siempre en la misma sucesión: todo episodio de sueño comienza con el llamado sueño sin movimientos oculares rápidos (No MOR), que tiene varias fases, y después pasa al sueño con movimientos oculares rápidos (MOR).

Sueño No MOR

Fase 1 (ahora denominada N1): Esta fase corresponde con la somnolencia o el inicio del sueño ligero, en ella es muy fácil despertarse, la actividad muscular disminuye paulatinamente y pueden observarse algunas breves sacudidas musculares súbitas que a veces coinciden con una sensación de caída (mioclonías hípnicas), en el EEG se observa actividad de frecuencias mezcladas pero de bajo voltaje y algunas ondas agudas (ondas agudas del vértex).

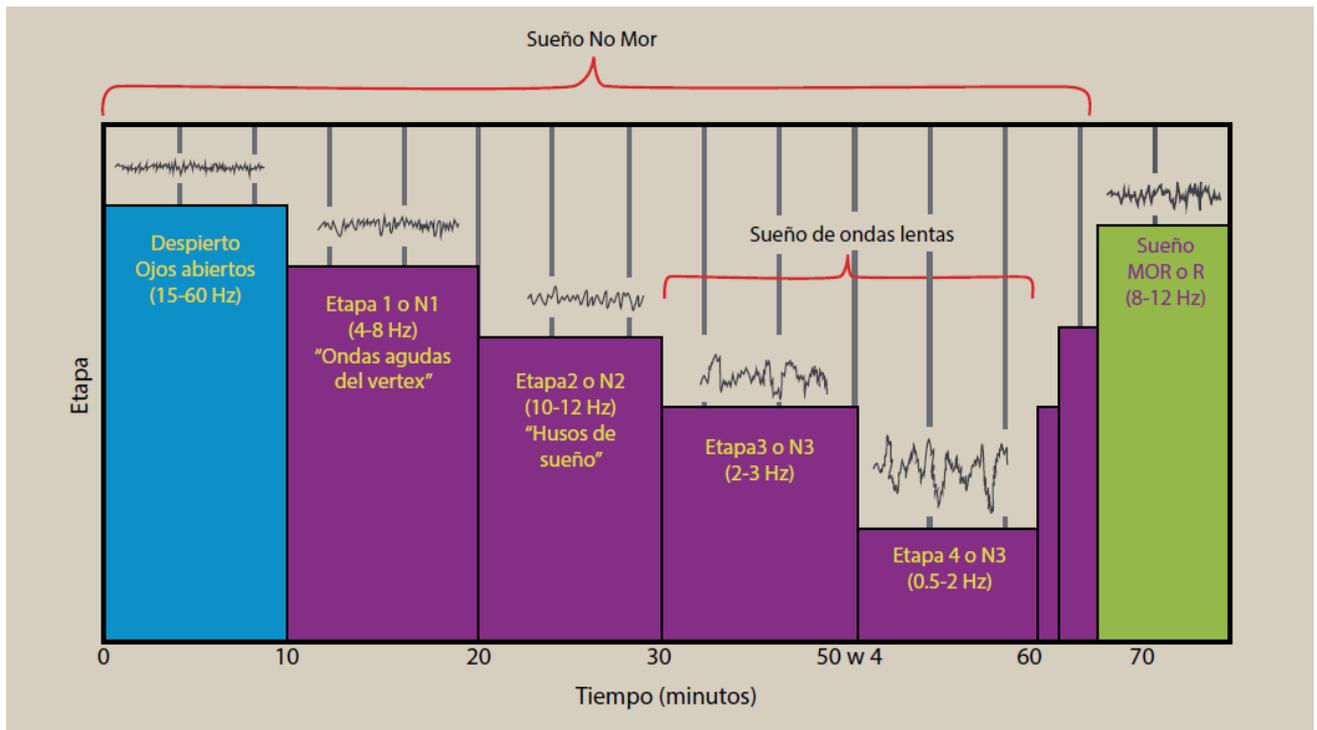
Fase 2 (ahora denominada N2): En el EEG se caracteriza por que aparecen patrones específicos de actividad cerebral llamados husos de sueño y complejos K; físicamente la temperatura, la frecuencia cardíaca y respiratoria comienzan a disminuir paulatinamente.

Fases 3 y 4 o sueño de ondas lentas (en conjunto llamadas fase N3): esta es la fase de sueño No MOR más profunda, y en el EEG se observa actividad de frecuencia muy lenta (<2 Hz).

Sueño MOR

Ahora es llamado fase R y se caracteriza por la presencia de movimientos oculares rápidos; físicamente el tono de todos los músculos disminuye (con excepción de los músculos respiratorios y los esfínteres vesical y anal), así mismo la frecuencia cardíaca y respiratoria se vuelve irregular e incluso puede incrementarse y existe erección espontánea del pene o del clítoris. Durante el sueño MOR se producen la mayoría de las ensoñaciones (lo que conocemos como sueños), y la mayoría de los pacientes que despiertan durante esta fase suelen recordar vívidamente el contenido de sus ensoñaciones.

Un adulto joven pasa aproximadamente entre 70-100 min en el sueño no MOR para después entrar al sueño MOR, el cual puede durar entre 5-30 min, y este ciclo se repite cada hora y media durante toda la noche de sueño. Por lo tanto, a lo largo de la noche pueden presentarse normalmente entre 4 y 6 ciclos de sueño MOR.

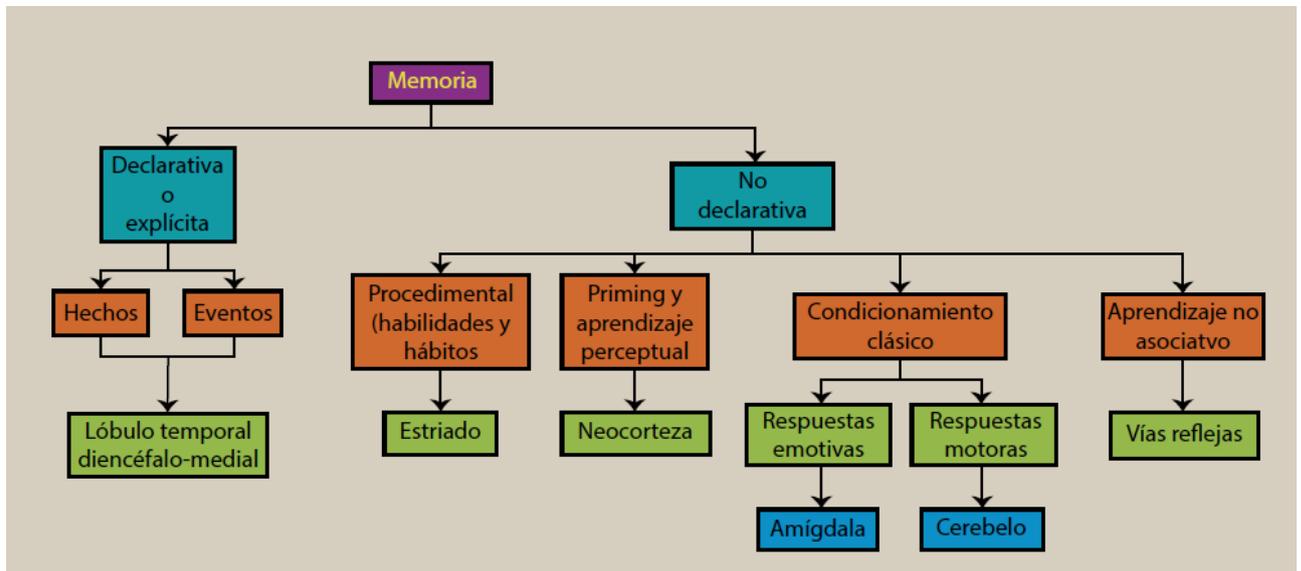


El sueño en el aprendizaje y la memoria

Diversos estudios tanto experimentales como clínicos han demostrado que el sueño tiene efectos positivos sobre distintos tipos de memoria.

De todos los sistemas de memoria, la evidencia más consistente respecto al efecto positivo del sueño se ha observado en 2 tipos de memoria: la memoria declarativa (memoria que es fácilmente expresada verbalmente: información de hechos y eventos), y la memoria procedimental (memoria acerca de habilidades y destrezas motoras).

Hasta el momento prácticamente no existe ninguna evidencia que sugiera lo contrario (es decir, que el sueño favorezca el olvido o la alteración de la memoria previa).



Algunos estudios sugieren que la duración del sueño parece no tener relación con el efecto positivo sobre la memoria, ya que se demostró que incluso brevísimos periodos de sueño (o siestas) de hasta 6 minutos de duración son capaces de provocar una mejoría significativa en la retención de información. Sin embargo, también es prudente señalar que una mayor duración del sueño se asocia con una mejor retención de la información al compararlo con un periodo más breve de sueño. El tiempo entre el aprendizaje y el periodo de sueño también parece influir sobre el resultado en la memoria, algunos estudios sugieren que un intervalo corto (3 horas) entre el aprendizaje y el sueño parece ser mejor que un intervalo más largo (10 horas).

Evidencias experimentales y clínicas sugieren que el sueño No MOR principalmente favorece la consolidación de la memoria declarativa (dependiente de la participación del hipocampo), mientras que el sueño MOR parece favorecer la consolidación de la memoria procedimental (independiente del hipocampo). Sin embargo, también existe evidencia que sugiere que este efecto es independiente de la fase de sueño y el tipo de memoria.

La forma en la que participa el sueño promoviendo la consolidación de la memoria no se conoce con precisión (consolidación en este contexto se conceptualiza como el proceso mediante el cual la información de corto plazo – lábil y limitada– pasa a convertirse en información de largo plazo –más resistente

e ilimitada-). Sin embargo, la observación de que las mismas áreas cerebrales que se ven activadas durante el aprendizaje de una tarea son nuevamente activadas durante el sueño (principalmente durante el sueño No MOR) e incluso siguiendo la misma secuencia de activación, ha llevado a proponer que durante el sueño se realiza una recapitulación o reactivación de la información previamente aprendida, con lo cual se favorece la consolidación. En apoyo a esta hipótesis se ha demostrado que la reactivación de la memoria durante el sueño No-MOR a través de la exposición a estímulos aromáticos que previamente se habían presentado durante aprendizaje mejora significativamente el recuerdo de la misma, además de que la hace más resistente a la interferencia.

La mayor parte de los estudios sobre sueño y memoria han sido realizados en adultos, pero algunos estudios realizados en niños, ancianos y adolescentes parecen comprobar el mismo efecto positivo del sueño sobre la memoria. Sin embargo, estudios en pacientes ancianos sugieren que los efectos positivos del sueño sobre la memoria procedimental disminuyen con la edad mientras que permanecen sin cambios para la memoria declarativa, además de que estos pacientes parecen resultar más resistentes a los efectos deletéreos que ejercen la privación y fragmentación del sueño sobre la memoria. En otro estudio se demostró que el sueño no sólo tiene un efecto sobre la información aprendida previamente sino que también mejora las capacidades de aprendizaje durante el día siguiente al periodo de sueño, en otras palabras el sueño previo también mejora las habilidades diurnas de aprendizaje del día siguiente.

Existen diversas formas de pérdida de sueño:

- a) La privación de sueño, que quiere decir la suspensión total del sueño por un periodo (> 24 horas).
- b) La restricción del sueño, que significa una disminución del tiempo habitual de sueño, generalmente de forma crónica.
- c) La fragmentación del sueño, que significa la interrupción repetida (despertares) de la continuidad del sueño.

Todos estos tipos de alteraciones del sueño han demostrado afectar distintas funciones cognitivas y variedades de memoria en mayor o menor grado.

Funciones Cognitivas afectadas con la perdida de sueño

Atención sostenida intencional: la atención se vuelve variable e inestable y se incrementan los errores de omisión y comisión
Enlentecimiento cognitivo
El tiempo de reacción se prolonga
La memoria de corto plazo y de trabajo disminuye
Se afecta la adquisición de tareas cognitivas (aprendizaje)
Aumenta las respuestas perseverativas
Toma de decisiones más arriesgadas
El desempeño inicial de las tareas es bueno al inicio pero se deteriora con las tareas de larga duración
Alteración de la capacidad de juicio
Disminución de la flexibilidad cognitiva
Alteraciones del humor: irritabilidad, enojo
Disminuye la autovigilancia y autocrítica
Fatiga excesiva y presencia de "microsueños" involuntarios

La modalidad de alteración del sueño que más se ha estudiado es la privación total del sueño, sin embargo, en la práctica clínica la restricción crónica del sueño así como su fragmentación son las formas más comunes. Aún existe debate acerca de si las distintas alteraciones del sueño inducen también efectos diferentes sobre la cognición en general y sobre la memoria en particular. De forma general se puede decir que todas las alteraciones del sueño parecen afectar el rendimiento en distintas tareas cognitivas de una forma equivalente dependiendo de la cronicidad de la alteración y la cantidad de "deuda de sueño".

Estudios realizados parecen indicar que las privaciones crónicas del sueño, suelen cursar con cierto nivel de adaptación, ya que los pacientes paulatinamente tienden a referir menos fatiga, somnolencia o alteraciones del humor que con la privación aguda del sueño, sin embargo, a pesar de esta aparente "adaptación" a los efectos negativos del sueño, las alteraciones del rendimiento cognitivo continúan aumentando con la cronicidad del trastorno del sueño.

El mecanismo mediante el cual la falta de sueño afecta a los procesos cognitivos no se conoce exactamente, aunque se ha sugerido que las hormonas de estrés que se secretan como producto de la falta de sueño pueden afectar la fisiología neuronal y contribuir así al deterioro de las funciones cognitivas.

Sueño y alcohol

Aunque la farmacología del alcohol es compleja, en general puede considerarse como un depresor del sistema nervioso central. Se ha demostrado que inhibe o

disminuye la actividad de los receptores glutamatérgicos de tipo NMDA y los canales de calcio tipo L, mientras que aumenta la actividad de los receptores GABAA, los de glicina y los receptores serotoninérgicos de tipo 5HT3.

El alcohol por sus efectos relajantes y sedantes con frecuencia es utilizado por las personas como un hipnótico (sustancia que favorece o induce sueño) muy accesible e inocuo. Sin embargo, la mayor parte de los estudios clínicos han demostrado que el consumo de alcohol en realidad se relaciona con una menor duración del sueño e incluso con trastornos del mismo. Por ejemplo, en un estudio se demostró que un mayor consumo de alcohol (7-14 copas a la semana) disminuye significativamente la duración del sueño (< 6 h). Estudios en pacientes alcohólicos han demostrado que, tanto en los periodos de consumo como en los de abstinencia, tienen una elevada frecuencia de trastornos del sueño que van desde el insomnio hasta la apnea del sueño; es importante señalar que en estos pacientes los trastornos del sueño pueden persistir hasta 3 años después de haber suspendido el consumo de alcohol, además de que la presencia de trastornos del sueño se relaciona fuertemente con el desarrollo de depresión y de recaídas en el consumo de esta sustancia. Un estudio reciente confirmó el efecto negativo del alcohol sobre la duración total del sueño, pero además demostró que incluso si se consumen dosis bajas de alcohol (< 80 ml) durante la noche puede existir un efecto de “rebote” con un incremento del estado alerta en la segunda mitad de la noche, fragmentación del sueño, así como un incremento de la fatiga diurna.

Sueño, café y bebidas energéticas

La cafeína es un alcaloide de origen vegetal del grupo de las xantinas que está presente en diversas bebidas de consumo humano habitual como el café, el té y el chocolate. La cafeína, tiene efectos en el sistema nervioso central, en donde actúa bloqueando los receptores A1 y A2a de adenosina, provocando a su vez un incremento de las concentraciones cerebrales de dopamina, noradrenalina y serotonina. El consumo de cafeína en bebidas goza de una gran popularidad debido a los efectos positivos con los que se asocia su consumo moderado: mejora el estado subjetivo de alerta, reduce los tiempos de reacción, así como disminuye la fatiga y la somnolencia durante el día. Múltiples estudios se han realizado tanto a nivel experimental como clínico para establecer si la cafeína realmente tiene un efecto estimulante sobre algunas funciones cognitivas, pero hasta el momento la evidencia continua siendo

contradictoria, en el mejor de los casos se ha demostrado que puede mejorar la memoria verbal y las habilidades visuomotoras, quizá mediante sus efectos sobre el estado de alerta, la atención y la velocidad de reacción.

Respecto al sueño, está bien establecido que la cafeína aumenta la latencia del sueño, disminuye su duración total, aumenta la actividad motora durante éste, disminuye su consolidación y reduce la duración del sueño de ondas lentas sin afectar el sueño MOR. Es importante señalar que todos estos efectos ocurren sobre todo en pacientes que consumen cafeína horas antes de dormir, mientras que los pacientes con consumo habitual diurno parecen no tener efectos

significativos sobre el sueño. La mayoría de los estudios sugieren que la cafeína, más que estimular el desempeño de funciones cognitivas, parece más bien ayudar a mejorar el desempeño cuando éste se ha visto afectado por una falta de sueño previa, lo cual apoyaría su uso diurno después de una mala noche de sueño, pero no así su administración durante la noche como un método para retrasar el sueño nocturno.

Se ha demostrado que entre el 56-78% de los consumidores habituales de cafeína ya exhiben síntomas y signos de dependencia (síntomas de abstinencia o de rebote), incluso con consumos tan bajos como 100 mg al día y con periodos de consumo tan cortos como 3-7 días, de manera que las cifras reales de personas con dependencia a la cafeína se desconocen.

El consumo de bebidas energéticas recientemente se ha vuelto muy popular sobre todo entre los jóvenes. Se estima que entre el 35-50% de los adolescentes y jóvenes consumen habitualmente este tipo de bebidas en Estados Unidos. El ingrediente principal de estas bebidas es la cafeína, sin embargo, también contienen cantidades tremendamente variables de otras sustancias, principalmente taurina, endulcorantes, vitaminas y fitofármacos (algunos con acción sobre el sistema nervioso central como la yohimbina, el guaraná y la teobromina). Sólo recientemente se han comenzado a estudiar las consecuencias de este consumo en la salud de los jóvenes y aún son pocos estudios que demuestren algún efecto contundente, sin embargo, existen diversas preocupaciones en aspectos como sus efectos cardiovasculares, conductuales, sobre el rendimiento académico, sobre la obesidad, trastornos alimentarios, el crecimiento normal, la mineralización ósea, el sueño, etc.

Se está haciendo frecuente el consumo combinado de bebidas alcohólicas y bebidas energéticas entre los jóvenes, ya que existe la falsa creencia de que esta mezcla antagónica (bebidas depresoras y estimulantes), neutraliza los efectos indeseables de ambas bebidas mejorando la experiencia de consumo.

Varios estudios sugieren que el consumo de estos cocteles se relaciona con un mayor riesgo de consecuencias derivadas del consumo de alcohol: accidentes automovilísticos, abuso sexual, agresiones. Quizá esto se deba a que se ha demostrado que esta combinación en efecto es capaz de contrarrestar ciertos síntomas depresores subjetivos del alcohol, como la somnolencia, sin embargo, no tiene ningún efecto sobre las alteraciones fisiológicas asociadas al consumo de alcohol (incoordinación motora, disminución de la velocidad de reacción, alteraciones del juicio, autocrítica y evaluación del peligro, etc.), e incluso se ha observado que los efectos indeseables de ambas bebidas (ansiedad, agitación) pueden coexistir y potenciarse más que neutralizarse. Respecto a sus efectos sobre el sueño, algunos estudios han demostrado que el consumo bebidas energéticas incrementa significativamente la frecuencia de insomnio y reducción del tiempo total de sueño (< 4 h), así como de la presencia de somnolencia diurna excesiva.

Sueño y tabaquismo

Recientemente 2 estudios investigaron el efecto del tabaquismo intenso y crónico (aprox. 20 cigarrillos al día por 13 años) sobre el sueño, en ambos estudios se demostró que los fumadores tienen periodos significativamente más cortos de sueño, una latencia de sueño más larga (tiempo que tardan en conciliar el sueño), mayor frecuencia de apneas (pausas respiratorias) y cantidad de movimientos durante el sueño, además de que refirieron subjetivamente una menor calidad de sueño que los no fumadores; de forma interesante los niveles sanguíneos de nicotina se correlacionaron de forma inversa con la duración del sueño de ondas lentas, y que dichos efectos negativos sobre el sueño se han demostrado incluso en fumadores pasivos.

Sueño y vida estudiantil

Los trastornos del sueño se observan con más frecuencia en la edad adulta y es claro que esto se incrementa conforme aumenta la edad, lo cual se ha relacionado más con la presencia concomitante de diversas enfermedades asociadas a la edad, que con verdaderos cambios del proceso del sueño asociados con el envejecimiento.

Algunos estudios epidemiológicos señalan que existe un incremento en la incidencia de trastornos del sueño en el mundo. Recientemente se ha puesto especial atención en la detección de este tipo de trastornos en la población joven, especialmente en niños y adolescentes, debido fundamentalmente a la asociación que estos trastornos muestran con problemas de aprendizaje, bajo rendimiento escolar, así como con distintas patologías crónicas (depresión, obesidad, diabetes, hipertensión, adicciones, etc.).

A este respecto, una población particularmente proclive a presentar una baja calidad de sueño, así como trastornos del mismo son los estudiantes universitarios. El incremento en la demanda académica, así como de responsabilidades, tareas y actividades, además de las circunstancias sociales y personales que rodean a esta población, junto a una gran diversidad de conductas que pueden influir negativamente en su calidad del sueño (estrés, privación de sueño, horarios de sueño irregulares, periodos de ayuno, consumo de tabaco, café, bebidas energéticas, alcohol u otras drogas, etc.), contribuyen para que un alto porcentaje de esta población refiera una mala calidad del sueño. Por ejemplo, un estudio llevado a cabo en estudiantes de medicina demostró una frecuencia de > 30% de alumnos que reportaron una calidad del sueño apenas satisfactoria o mala. En otro estudio que incluyó estudiantes de licenciatura en enfermería se demostró una frecuencia de insomnio de 26.7%, y una mayor frecuencia con el incremento de la edad.

Una encuesta en estudiantes de farmacología demostró que más del 92% de los estudiantes referían una mala calidad del sueño además de una elevada frecuencia de somnolencia diurna (40%), con un 77% que reportaron un horario de sueño muy irregular. Estudios previos en poblaciones latinoamericanas han

confirmado estas frecuencias elevadas de mala calidad del sueño (> 50%), especialmente entre estudiantes de licenciatura en medicina.

Más allá de sus efectos terapéuticos, en el futuro valdrá la pena estudiar el papel de dichas medidas en la prevención de futuros trastornos del sueño y por ende en sus consecuencias.

Por el momento la evaluación de los hábitos de higiene del sueño en las personas, por ejemplo, mediante el índice de higiene del sueño, predice o refleja de forma excelente su calidad.

Recomendaciones de Higiene del Sueño

Evitar realizar siestas prolongadas (> 1 h) durante el día
Acostarse a dormir a una misma hora todos los días
Despertarse todos los días a una misma hora
Evitar hacer actividad física vigorosa antes de dormir
Evitar consumir alcohol, cigarro y bebidas con cafeína (café, té, chocolate, refrescos de cola o bebidas energéticas) al menos 4 horas antes de dormir
Evitar realizar actividades sensorialmente muy estimulantes antes de acostarse (video juegos, internet, televisión)
Evitar irse a acostar si se está estresado, ansioso, enojado o preocupado
No utilizar la cama para otras actividades: leer, estudiar, comer, trabajar, etc.
Dormir en una cama confortable
No realizar trabajo importante minutos antes de irse a dormir: trabajo, tareas, estudio
Evitar pensar sobre sus actividades del día u organizar y planear sus actividades futuras mientras trata de dormir
Dormir en una habitación con baja iluminación y poco ruido ambiental