



MISCELÁNEA

EL ESTUDIO DEL SUEÑO EN RECIÉN NACIDOS MEDIANTE TÉCNICAS DE ACTIMETRÍA.

SLEEP ANALYSIS IN NEWBORN BY MEANS OF ACTIVIMETRY.

*Cubero, J. *Valero, V. *Narciso, D. *Moratinos, A. *Barriga, C.

*Departamento de Fisiología. Facultad de Ciencias. Badajoz. Universidad de Extremadura.

Palabras clave: Actiwatch, lactantes, niños y sueño.

Key words: Actiwatch, newborn, infant and sleep.

RESUMEN

El análisis del sueño mediante actimetría es una técnica que supone una alternativa totalmente contrastada a la monitorización del EEG, debido a su fácil manejo, se usa en el caso particular de recién nacidos y en niños de mayor edad. Este sistema de detección del sueño lo forman tres componentes: un piezoacelerómetro de pulsera (Actiwatch®), un lector que nos comunica el Actiwatch con el ordenador personal y el software para el análisis correspondiente, se procesa la actividad recogida, obteniendo determinados parámetros de sueño nocturno a partir del software *Sleep Analysis* como son: Sueño Asumido, Sueño Real, Eficiencia de Sueño y Latencia de sueño entre otros. Asimismo, utilizando la opción de *Nap Analysis* conseguimos analizar los posibles episodios de sueño diurno. Por todo ello junto con el fácil mantenimiento y uso, tanto del activímetro como de su software y sin perder por ello fiabilidad, se recomienda su utilización en el estudio del sueño en diferentes estados y estadios de la vida de un individuo.

ABSTRACT

Sleep analysis by means of actimetry is a technique that means / implies a totally verified / confirmed alternative to EEG monitorization, thus being used in particular in case of newborn and children due to its easy utilization. This sleep-detection system consist of three components: a watch strap actometer (Actiwatch®), a reader that communicates the actiwatch with a personal computer,

and the software for the appropriate analysis, which processes the collected activity, therefore obtaining determined night sleep parameters from the *Sleep Analysis* software, as: Assumed Sleep, Actual Sleep, Sleep Efficiency and Sleep Latency, among others. In the same way, using the *Nap Analysis* option we get to analyze the possible diurnal sleep episodes. That's why together with both the easy handling of the actometer and its software, and without losing reliability just because of it, its use is recommended / suggested in the sleep study in different states and stages of a life's person.

INTRODUCCIÓN

El análisis del sueño mediante Actimetría es una técnica totalmente contrastada (Lichstein KL y cols., 2006), mostrando una fiabilidad máxima tanto en el campo científico (Parker G. y cols., 2002 y Korte J. y cols., 2004) como clínico (Hurelbrink CB y cols., 2005). Por todos es conocido el análisis del sueño mediante el uso del Electroencefalograma (EEG), a partir de la cuantificación de las ondas cerebrales. Pero en determinadas situaciones la monitorización es muy complicada y ardua, como puede ser el caso de los recién nacidos o niños en estadios más maduros (Gossel-Symank R. y cols. 2004). Por todo ello el uso del Actiwatch® aporta los beneficios de poder realizar el análisis del sueño fuera de un centro hospitalario, con toda las ventajas que supone en la calidad de vida del usuario en cuestión: eliminado el estrés que supone el descanso fuera del hogar y permitiendo la atención y cuidados de los padres (Cubero J. y cols., 2005).

MECANISMOS EMPLEADOS PARA LA DETECCIÓN DE ACTIVIDAD EN NIÑOS LACTANTES

El registro de actividad es muy útil, ya que proporciona a los investigadores y al personal clínico datos experimentales y de diagnóstico, con los que se pueden valorar diferentes problemas médicos, y puede proporcionar respuestas a muchas preguntas. Los niveles de actividad se relacionan con los patrones de sueño / vigilia, el nivel de ansiedad, gastos energéticos y otros parámetros cuantificables.

Actiwatch® es un piezoacelerómetro con un peso de 22 g, se mantiene a través de una pila de Litio de 3 V y posee unas dimensiones de 37 mm x 27 mm x 9 mm. Se coloca en la muñeca o tobillo, mide y registra los movimientos físicos de forma cómoda y no resulta en ningún momento un método invasivo, a su vez también podremos almacenar en el mismo los diferentes eventos temporales a lo largo del día, con sólo apretar un círculo en su cara posterior y oír "clic". La actividad se mide mediante un acelerómetro que registra la intensidad, la cantidad y duración del movimiento en todas las direcciones del espacio. El correspondiente voltaje que se produce es convertido y almacenado como medida de actividad en la unidad de memoria del Actiwatch. La frecuencia máxima que se puede registrar es de unos 32 Hz. El Actiwatch registra todos los movimientos sobre los 0.05 g. Los datos son transferidos a un ordenador y analizados por el software de *Cambridge Neurotechnology Ltd.*

Resumiendo el sistema monitorizado de registro de actividad posee tres partes: Actiwatch® (acelerómetro), Reader (lector conectado a un ordenador personal) y el software específico: *Cambridge Neurotechnology Ltd* (V 5.42). Tras finalizar el experimento, se vuelca la información adquirida del Actiwatch® sobre el Reader este transfiere la actividad almacena al ordenador personal y se analiza en el mismo con el software indicado.



Figura I: Actímetro,
modelo Actiwatch AW4®.

USO DEL PROGRAMA

En primer lugar a través del Reader se programan en el ordenador ciertas variables específicas del individuo a estudio (edad, sexo, intervalo de registro, nº de serie del Actiwatch®). La información recogida será leída por el programa para su posterior análisis.

Se llevará a cabo el registro de la actividad del sujeto experimental durante el tiempo que se estime conveniente para el estudio, prestando siempre mucha atención la duración de la batería.

ANÁLISIS DEL SUEÑO

Este análisis permite el cálculo de los parámetros sueño-vigilia de los datos registrados por el Actiwatch®. En el ordenador se debe seleccionar *Sleep análisis* y aparece una pantalla similar a la siguiente (Figura II).

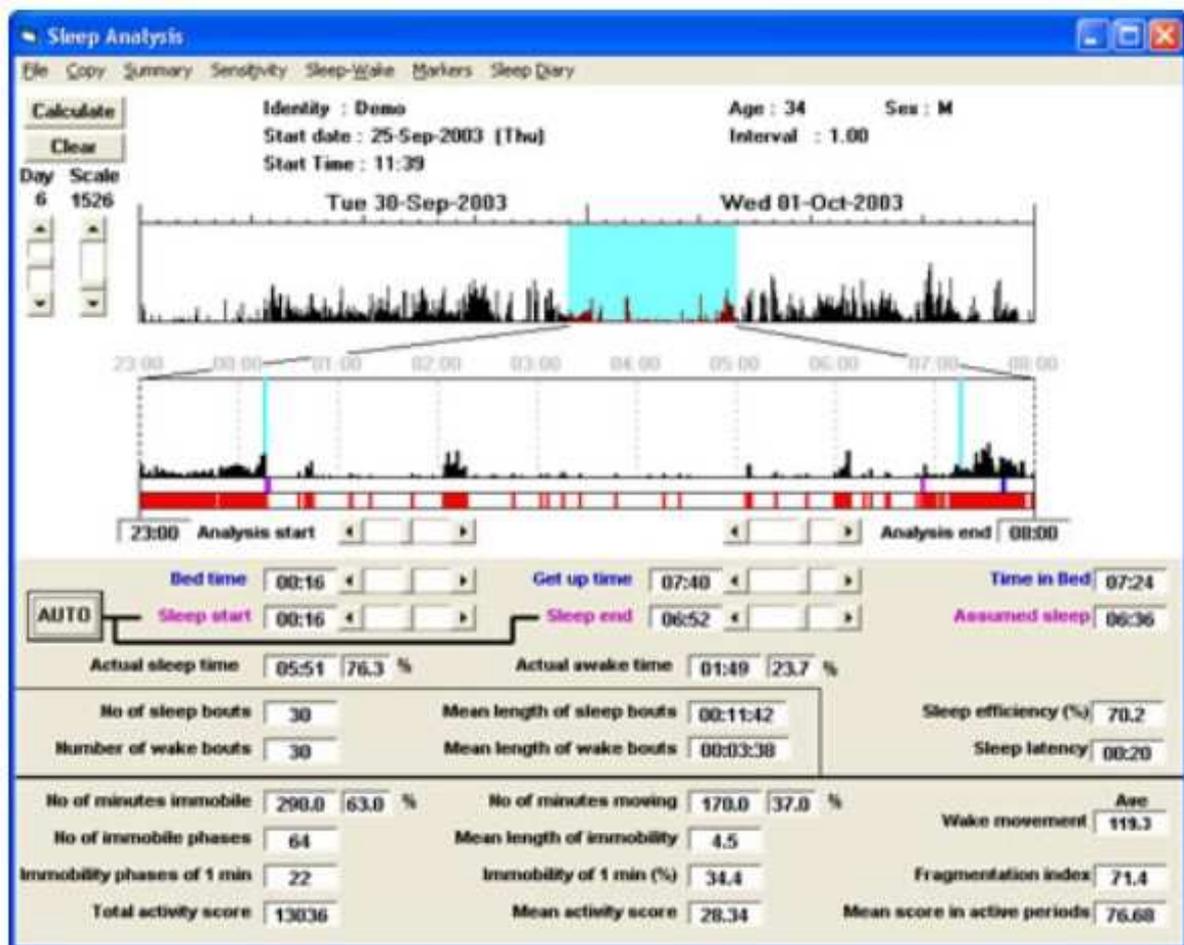


Figura II. Pantalla del análisis del sueño, Sleep Analysis (Cambridge Neurotechnology Ltd).

Análisis del sueño.

Los datos adquisición de actividad/inactividad pueden ser almacenados en intervalos de 15 segundos (0.25 minutos), 30 segundos (0.5 minutos), 1 ó 2 minutos, aunque se recomienda emplear intervalos de 2 minutos como mínimo.

Finalizado el periodo de tomas de datos, los resultados se descargan seleccionando la fecha para el análisis deslizando la barra del día. El valor máximo de la gráfica se puede ajustar empleando el control Scale (el mínimo valor es 50, el máximo será el máximo valor de los datos registrados). En la parte superior se puede observar la actividad de los dos días resaltada sobre los datos a analizar. La gráfica inferior muestra una visión expandida del análisis y también se pueden marcar los sucesos o eventos (hora de acostarse y hora de levantarse) con líneas azules.

La ventana de análisis posee dos barras debajo del gráfico, la primera muestra los tiempos de sueño y de vigilia (líneas azules), así como la hora de irse a dormir y de levantarse (líneas rosas). La segunda barra representa los periodos de sueño en color blanco y la de vigilia en rojo.

Ventana de análisis.

Una vez seleccionado el tiempo de inicio de análisis y de finalización, la ventana de análisis puede trabajar en intervalos de 1 a 24 horas. Aunque esta debe tener la suficiente duración como para incluir cualquier tipo de periodo de sueño.

Tiempo de dormir y de despertar.

Estos tiempos se deben seleccionar por el operador y se indican mediante una línea azul oscura en el análisis expandido. Estos tiempos se pueden cambiar usando el botón izquierdo del ratón, o bien deslizando las barras para obtener un ajuste más fino. El tiempo correspondiente al de la cama aparece en un pequeño recuadro a la derecha.

Inicio y final del sueño.

Estos tiempos deben ser seleccionados y quedan marcados con unas líneas de color rosa bajo el análisis expandido, señales que pueden modificarse usando el botón derecho o deslizando las barras para un ajuste más fino. Como alternativa, los tiempos de inicio y final del sueño pueden ser marcados de forma automática con la acción auto que permite de forma algorítmica realizar un cálculo exacto.

Ejecución del análisis de sueño.

Se procede a la ejecución de los datos mediante la activación del programa el cual ofrece una serie de algoritmos que proporcionan datos sobre el movimiento, el sueño y vigilia para el periodo comprendido entre el comienzo y el final del sueño. Los resultados aparecerán en la parte baja de la pantalla, expresados en términos de 24 horas y por debajo de los mismos, en términos de horas, minutos y segundos.

Resultados del análisis.

En la siguiente lista se muestra una descripción de los parámetros a evaluar en el análisis del sueño:

- Hora de irse a la cama (cuna).
- Hora en la que se levanta el sujeto experimental.
- Tiempo de permanencia en la cama: es la diferencia entre las dos horas anteriores.
- Inicio del sueño: Debe ser seleccionado por el operador, puede quedar registrado si se presiona el círculo del Actiwatch®.
- Final del sueño: Debe ser seleccionado por el operador, puede quedar registrado si se presiona el círculo del Actiwatch®.
- Tiempo asumido como sueño: la diferencia entre el final y el principio del sueño.
- Tiempo real del sueño: determinado por algoritmos y es equivalente al tiempo de sueño asumido menos el tiempo de vigilia.
- Tiempo de vigilia: determinado por algoritmos.
- Porcentajes de tiempo de sueño y de vigilia.

- Eficiencia de sueño: Porcentaje de tiempo de sueño mientras el sujeto permanece en la cama o cuna.
- Latencia de sueño: Tiempo que transcurren antes del inicio del sueño.
- Número de períodos de sueño: Muestra el número de episodios de sueño.
- Número de períodos de vigilia: Muestra el número de episodios de vigilia.
- Tiempo de inmovilidad: Número total de minutos en los que el sujeto tiene una movilidad cero, que se asume como tiempo de sueño.
- Tiempo de movilidad: Número total de minutos en los que el sujeto tiene movilidad durante los períodos presumiblemente de sueño.
- Porcentaje de tiempo de movilidad/inmovilidad: Tiempo con o sin movimiento en el período asumido como sueño.
- Número de fases de inmovilidad: Número de períodos con cero movimientos registrados de una forma consecutiva.
- Número de fases de inmovilidad de 1 minuto: Número de fases de inmovilidad de duración un minuto.
- Porcentaje de fases de inmovilidad de 1 minuto: Porcentaje de fases de inmovilidad de 1 minuto como proporción del número total de fases de inmovilidad.
- Índices de movimiento y fragmentación: Es el resultado de sumar el tiempo de movilidad y el porcentaje de fases de inmovilidad de 1 minuto. Es un indicador de la calidad del descanso.
- Actividad total: Número total de actividad durante el sueño.
- Media de la actividad: Valor promedio de la actividad en cada uno de los intervalos de sueño.
- Promedio de los movimientos en vigilia: Promedio de la actividad registrada antes de iniciarse el sueño.

Una vez calculados todos estos parámetros para una noche, el procedimiento debe repetirse para cada día registrado, siendo siempre útil el realizar un diario de sueño para facilitar la comprensión de los resultados.

Sensibilidad.

La sensibilidad (alta, media, baja, auto) se elegirá en cada caso para cada individuo y está directamente relacionada con los valores predeterminados del programa que permiten realizar algoritmos para diferenciar sueño y vigilia. Seleccionando la sensibilidad baja, el programa doblará el cómputo de movimientos del individuo para considerar un período de tiempo como vigilia. La alta sensibilidad, por el contrario, reduce a la mitad el cómputo de actividad necesaria para considerar que el sujeto de experimentación está despierto.

La sensibilidad auto relaciona directamente los niveles de actividad de los sujetos con el límite necesario para considerar que el sujeto está en estado de vigilia, esta es la opción que se recomienda seleccionar evitando así la pérdida de arbitrariedad entre individuos a

estudio.

Algoritmos para sueño- vigilia.

La determinación del sueño vigilia por este software requiere del uso de algoritmos que usan los datos registrados por el activímetro de muñeca para realizar una serie de cálculos en serie.

Usando una sensibilidad media para un intervalo de 1 minuto un total de 40 movimientos es suficiente para designar el periodo como vigilia. Para la determinación automática del inicio del sueño el algoritmo detecta los periodos de 10 minutos de inmovilidad consecutiva con no más de 1 periodo de movimiento. El tiempo de latencia se determina por la diferencia existente entre el tiempo de irse a la cama y el inicio de la fase de sueño, hacia el final del sueño el algoritmo detecta periodos de 10 minutos consecutivos de inactividad alrededor de la hora de levantarse.

Esta pantalla ofrece muchas opciones y tiene múltiples pantallas asociadas:

En particular la opción *Sleep Summary* Figura (III) donde obtenemos una Resumen de Sueño de siete días, totalmente ordenada y con una Agenda de Sueño diaria y todos los pormenores descritos de actividad, facilitando el trabajo y la comprensión a personal no especializado en patologías y estudio del sueño.

Date	22-Apr-1997	23-Apr-1997	24-Apr-1997	25-Apr-1997	26-Apr-1997	27-Apr-1997	28-Apr-1997	Mean Values
Analysis start	23:00	23:00	23:00	23:00	23:00	23:00	23:00	
Analysis end	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	
Bed time	23:20	23:20	23:20	23:20	23:20	23:20	23:20	
Get up time	07:40	07:40	07:40	07:40	07:40	07:40	07:40	
Time in bed	00:20	00:20	00:20	00:20	00:20	00:20	00:20	00:20:00
Sleep start	23:30	23:37	23:30	23:21	23:20	23:34	00:01	
Sleep end	07:22	07:22	07:17	07:40	07:38	07:08	07:08	
Assumed sleep	07:44	07:45	07:47	08:19	08:18	07:34	07:07	07:47:43
Actual sleep time	06:25	06:35	06:37	07:09	06:43	06:43	06:11	06:37:34
Actual sleep [%]	83.0	84.9	85.0	86.0	80.9	88.0	86.9	85.07
Actual wake time	01:19	01:10	01:10	01:10	01:35	00:51	00:56	01:10:09
Actual wake [%]	17.0	15.1	15.0	14.0	19.1	11.2	13.1	14.93
Sleep efficiency	77.0	79.0	79.4	85.0	80.6	80.6	74.2	79.51
Sleep latency	00:18	00:17	00:10	00:01	00:00	00:14	00:41	00:14:26
Sleep bouts	30	28	30	28	40	26	24	29.43
Wake bouts	31	29	30	28	40	26	23	29.57
Mean sleep bout time	00:12:50	00:14:06	00:13:14	00:15:19	00:10:04	00:15:30	00:15:27	00:13:47
Mean wake bout time	00:02:33	00:02:25	00:02:20	00:02:30	00:02:22	00:01:58	00:02:26	00:02:22
Inmobile mins	388.0	395.0	392.0	429.0	413.0	392.0	357.0	395.14
Inmobile time [%]	83.6	84.9	83.9	86.0	82.9	86.3	83.6	84.46
Moving mins	76.0	70.0	75.0	70.0	85.0	62.0	70.0	72.57
Moving time [%]	16.4	15.1	16.1	14.0	17.1	13.7	16.4	15.54
No. immobile phases	46	41	49	44	55	38	44	45.29
Mean length immobility	8.4	9.6	8.0	9.8	7.5	10.3	8.1	8.81
1 Minute immobility	10	9	10	4	12	5	5	7.86
1 Min immobility [%]	21.7	22.0	20.4	9.1	21.8	13.2	11.4	17.09
Total activity score	10181	9069	9128	8617	11809	5109	6660	8653.29
Mean activity score	21.94	19.50	19.55	17.27	23.71	11.25	15.60	18.40
Mean score in active	133.96	129.56	121.71	123.10	130.93	82.40	95.14	117.83
Fragmentation index	38.1	37.1	36.5	23.1	38.9	26.9	27.8	32.63
Wake movement Ave	241.5	316.7	312.2	328.8	391.0	279.1	330.1	314.20

Figura III. Pantalla de *Sleep Summary*, en *Sleep Analysis* (Cambridge Neurotechnology Ltd).

NAP ANALYSIS

Dicha elección en el software, nos permite analizar el sueño durante el periodo diurno y en particular lo que coloquialmente se denomina como “siesta”, para ello sólo tenemos que programar el tiempo mínimo (1 a 20 minutos), el tiempo máximo de sueño (6 a 180 minutos) y la sensibilidad (0 a 100), cuanto mayor sea la selección de este ultimo valor más “Naps” tenderá a valorar.



Figura IV: Pantalla del análisis del sueño, *Nap Analysis* (Cambridge Neurotechnology Ltd).

Análisis de la actividad diaria

Con dicha opción dentro de *Nap Analysis* conseguimos revisar toda la información de la actividad recogida durante cada día. Utilizando el botón izquierdo del ratón seleccionamos el inicio del sueño diario y con el botón derecho del mismo seleccionamos el final del periodo de sueño diario a analizar. Los parámetros obtenidos serán: Tiempo (duración), el Total de actividad contada y la Media de actividad de cada episodio de sueño.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración del Ministerio de Ciencia y Tecnología por la subvención del proyecto: *Diseño de dietas infantiles para optimizar la consolidación de los ciclos circadianos*.

Y a los Laboratorios Ordesa S.L. por la subvención de los proyectos: *Diseño de dietas infantiles enriquecidas y análisis de sus efectos sobre el sistema inmune y el sueño I y II*.

Asimismo los autores quieren agradecer el apoyo prestado por Elena Circujano técnico de nuestro laboratorio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cubero J, Valero V, Sánchez J, Rivero M, Parvez H, Rodríguez AB, Barriga C. The circadian rhythm of tryptophan in breast milk affects the rhythms of 6-sulfatoxymelatonin and sleep in newborn. *Neuro Endocrinol Lett.* 26; 657-661.2005.
2. Gossel-Symank R, Gimmer I, Korte J, Siegmund R. A. Actigraphic monitoring of activity-rest behavior of preterm and full-term infants at 20 months of age. *Chronobiol Int.* 2; 661-71. 2004.
3. Huerelbrink CB, Lewis SJ, Barker RA. The use of Actiwatch-Neurologica system to objectively assess the involuntary movements and sleep-wake activity in patients with mild-moderate Huntington's disease. *J Neurol.* 252; 642-7. 2005.
4. Korte J, Hoehn T, y Seigmund R. Actigraphic recordings of activity-rest of neonates born by different delivery modes. *Chronobiology International.* 21(1); 95-106. 2004.
5. Lichstein KL, Stone KC, Donaldson J, Nau S, Soeffing JP, Murray D, Lester KW y Aguillard RN. Actigraphy validation with insomnia. *Sleep.* 29; 232-9. 2006.
6. Parker G, Gladstone G y Hadzi-Pavlovic. Measuring Psychomotor agitation by use of an actimeter. *Journal of Affective Disorders.* 72; 91-94. 2002.

ISSN 1695-6141

© [COPYRIGHT](#) Servicio de Publicaciones - Universidad de Murcia