

# Manual básico para técnicos de sueño

· Aurora Arqueros López · Carlos Manuel Dos Santos Pires Claro Teixeira  
· Maribel Martínez Miralpeix · Olga Mínguez Roure · Teresa Molina  
Sánchez · Alejandro Pastor Campo · Mar Pérez Martí · Anahita Saheb  
Shashani · Gemma Sánchez-Ferragut Amorós · Silvia Torrent Cortés



Universidad  
**Católica de  
Valencia**  
San Vicente Mártir

**Manuales**  
Área de Ciencias  
de la Salud

**ucv.es** |



Manual de la  
**Sociedad Española del Sueño**

Autores:

Arqueros López, Aurora  
Dos Santos Pires Claro Teixeira, Carlos Manuel  
Martínez Miralpeix, Maribel  
Minguez Roure, Olga  
Molina Sánchez, Teresa  
Pastor Campo, Alejandro  
Perez Martí, Mar  
Saheb Shashani, Anahita  
Sánchez-Ferragut Amorós, Gemma  
Torrent Cortés, Silvia

Agradecimientos:

Aguilar Andujar, María  
Montserrat, Josep María  
Puertas, Francisco Javier

Título original: *Manual de la Sociedad Española del Sueño*

1ª Edición: 2024

© Del texto: de los autores

© De esta edición: Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir

Servicio de Publicaciones

Calle Quevedo, 2  
46001 Valencia, España  
Telf. +34 963 637 412  
Mail: publicaciones@ucv.es

Diseño de portada: Imagen Institucional de la Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir

Impresión: Artes Gráficas Soler

ISBN: 978-84-16562-57-2

DL: V-2817-2024

Impreso en España

Esta publicación no puede ser reproducida ni parcial ni totalmente, ni registrada en, o transmitida por, un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, ya sea fotomecánico, fotoquímico, electrónico, por fotocopia o por cualquier otro, sin el permiso previo de la editorial..





# Índice

<b>1. Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Características Básicas en las Unidades de Sueño</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Señales Bioeléctricas y Filtros</b> .....	<b>11</b>
<b>4. Electroencefalograma (EEG):</b> .....	<b>19</b>
<b>5. Polisomnografía convencional</b> .....	<b>25</b>
<b>6. Polisomnografía montaje de EPILEPSIA</b> .....	<b>39</b>
<b>7. Poligrafía cardiorrespiratoria</b> .....	<b>47</b>
<b>8. Codificación de sueño del adulto</b> .....	<b>57</b>
<b>9. Codificación del sueño en los niños</b> .....	<b>71</b>
<b>10. Eventos Respiratorios</b> .....	<b>83</b>
<b>11. Presión Positiva Continua de la vía Aérea (CPAP)</b> .....	<b>89</b>
<b>12. Titulación de BIPAP</b> .....	<b>95</b>
<b>13. Movimientos durante el sueño</b> .....	<b>103</b>
<b>14. Métodos de Evaluación de la Somnolencia</b> .....	<b>109</b>
<b>15. Artefactos</b> .....	<b>119</b>
<b>16. Actigrafía</b> .....	<b>123</b>
<b>17. Bibliografía:</b> .....	<b>129</b>



# 1. Introducción

La elevada prevalencia de los trastornos de sueño y el avance de la tecnología en el diagnóstico de la patología del sueño, hace que cada vez haya más profesionales que se dedican a este campo.

Desde la Sociedad Española de Sueño (SES), se creó un grupo de trabajo, el cual ha sido el encargado de realizar este manual, consensado por profesionales expertos en el área, para cubrir las necesidades de las enfermeras y técnicos de laboratorio de sueño. Abordando los conceptos, las patologías, las pruebas y las técnicas más frecuentes en la práctica diaria.

Este manual está pensado con un objetivo claro, que es brindar una herramienta de trabajo útil, para todos aquellos profesionales implicados que desempeñan su labor en el campo de la medicina del sueño y que quieran consultarlo.

Se considera que es necesario recopilar y consensuar los conocimientos entre todos los profesionales que se dedican al diagnóstico y seguimiento de la patología del sueño, para así poder tener una guía técnica de sueño que permita intercambiar e interactuar desde los diferentes centros y consensuar el trabajo de los profesionales del sueño.

Dada la complejidad en la adquisición e interpretación de los estudios del sueño, este manual recoge aspectos esenciales, desde el punto de vista técnico, que son imprescindibles conocer para una buena adquisición, análisis e interpretación de las señales.

Por ello se tratará la Polisomnografía, la Poligrafía respiratoria, la graduación de Presión Positiva Continua en vías Respiratorias (CPAP) y Sistema de Bipresión Positiva en vías respiratorias (BIPAP) hospitalaria, diferentes montajes, Actigrafía, Test de Latencias y Vigilia, etc.

La información recogida en esta guía ha sido recopilada por el grupo de trabajo de Enfermeras y Técnicos de Sueño de la SES y revisada por un grupo de expertos.

Esperamos que esta información os sea de utilidad en vuestro día a día.



## 2. Características Básicas en las Unidades de Sueño

### Introducción

---

Los trastornos del sueño son muy prevalentes en la población y cada vez es mayor la demanda de estudios de sueño.

Debido a la elevada prevalencia y al aumento de la concienciación pública acerca de los trastornos de sueño, cada vez son más necesarias las unidades de sueño y la formación específica de los profesionales que desempeñan su labor en el campo de la medicina del sueño.

A continuación se describirán los principales requisitos para organizar unidades de sueño atendiendo a su estructura física, requisitos materiales y recursos humanos.

Las unidades de sueño atienden a un elevado número de personas y probablemente este número seguirá en aumento debido a las consecuencias patológicas, académicas, laborales y sociales que implica el no diagnosticar y no tratar los problemas y los trastornos del sueño y como estos interfieren en la salud de la población.

Se precisa, por lo tanto, la formación de profesionales que se dediquen a esta disciplina y que su acreditación, al igual que la de las unidades, avale un mínimo nivel de excelencia.

Desde el año 2017 en España, la Federación Española de Sociedades de Medicina del Sueño (FESMES) realiza la acreditación de enfermeros y técnicos como expertos en técnicas de medicina del sueño.

### 2.1 Recursos humanos

---

La unidad de medicina del sueño debe ser atendida por un equipo multidisciplinar de profesionales sanitarios especializados en trastornos del sueño, entre los cuales se encuentra el equipo de enfermería y técnicos de sueño, que debe tener formación avanzada en medicina del sueño.

Los enfermeros y técnicos deben estar formados en la realización de estudios de sueño, tanto hospitalarios como domiciliarios. Esta formación es muy amplia, desde la monitorización del estudio, lectura o codificación del registro, conocimiento de las señales y posibles artefactos, educación sanitaria al paciente, etc.

Dicho personal ha de recibir formación en Reanimación Cardiorrespiratoria (RCP) y estar preparado para responder ante situaciones de emergencia dado que muchas unidades de sueño no están ubicadas en centros hospitalarios.

Una enfermera o técnico de sueño, bien entrenado debe ser capaz de registrar dos estudios completos de Polisomnografía por turno y uno si la complejidad del paciente requiere una dedicación total.

Siendo el ratio recomendado por la guía del ministerio de sanidad de:

1 enfermera o técnico de sueño / 2 Polisomnografía Completas o 4 Poligrafías Respiratorias, pero siempre dependiendo y en función de la complejidad de los pacientes.

La enfermera o técnico de sueño del turno de día se encarga de realizar polisomnografía diurna, Test de latencia múltiple (TLMS), Test de mantenimiento de vigilia (TMV), Actimetrías, Poligrafía-cardio-respiratorias, pudiendo además citar pacientes, trabajar en protocolos, proyectos educativos, investigación, etc.

Las enfermeras y técnicos de sueño deben de disponer y tener acceso a los manuales de procedimientos y protocolos, por lo que es necesario que estos existan, estén revisados y actualizados.

Para que la calidad de su trabajo sea óptima, las enfermeras y técnicos del sueño, no deben tener otras responsabilidades, dentro del hospital, que las propias de la unidad del sueño, debiéndose implicar totalmente en su buen funcionamiento.

Dependiendo de la capacidad física de la Unidad se puede nombrar un Director Técnico o de Enfermería para que supervise el equipo técnico, las diferentes pruebas y técnicas realizadas en las unidades de sueño, este realizará los trabajos de coordinación, gestión formación del equipo de enfermeros y técnicos de sueño, además de encargarse de la revisión y mantenimiento de los equipos y los diferentes sensores utilizados.

## **2.2 Recursos materiales**

---

### **2.2.1 Espacios para la realización de una polisomnografía**

El laboratorio de sueño debe estar dentro de un centro sanitario, ubicado en una zona tranquila y bien insonorizada. Además, es imprescindible contar como mínimo con 2 espacios comunicados entre sí. Uno, es la habitación para el paciente (Figura 1) y el otro se usará como área de registro o sala de control (Figura 2). Lo ideal sería tener otro espacio como almacén para guardar todo el material fungible.

La habitación del paciente deberá ser individual y requerirá unas condiciones ambientales (temperatura etc) para conciliar y mantener el sueño. Más detalladamente debe reunir las siguientes características:

- La superficie de la habitación será de 12 m<sup>2</sup>
- Deberá estar insonorizada y con dispositivos de oscurecimiento, esto es muy importante para poder realizar estudios diurnos como el test de latencias múltiples y el test de mantenimiento de la vigilia.
- Disponer de aseo dentro o cercano a la habitación.
- Estar equipada con un sistema de vídeo, para poder supervisar en todo momento al paciente sin necesidad de entrar en la habitación.
- Poseer un sistema de comunicación para poder hablar con el paciente y que este pueda hablar con el técnico. Este sistema también es necesario para realizar la biocalibración.
- Debe tener fácil acceso para el equipo de emergencias.



**Figura 1.** Habitación del paciente



**Figura 2.** Sala Control

### 2.2.2 Equipos

Una unidad de sueño deberá contar con el equipamiento adecuado para garantizar el diagnóstico y tratamiento de los trastornos del sueño.

Deberá contar con uno o varios equipos de polisomnografía para registros completos nocturnos y poder hacer pruebas complementarias diurnas como los test de latencias múltiples y los test de mantenimiento de la vigilia.

### 2.2.3 Electrodo

Son los dispositivos que facilitan la conducción de las señales biológicas al circuito poligráfico con la ayuda del gel conductor. Dos son los tipos de electrodos:

1. Electrodo de superficie: Adhesivos y desechables. Se usan en zonas sin pelo, llevan el gel conductor incorporado.
2. Electrodo de Cucharilla: Pueden ser reutilizables o desechables. Los electrodos de cucharilla reutilizables son de oro, plata o acero inoxidable. Para que no pierdan contacto con la piel durante la prueba de sueño tendremos que pegarlos con colodión y los rellenaremos con un gel conductor o pasta conductora.

### 2.2.4 Sensores / transductores

Los sensores son dispositivos que permiten transformar las variables fisiológicas en señales eléctricas para ser registradas en un ordenador. El sensor recibe un estímulo y responde con una señal eléctrica. Por otra parte, el transductor es el elemento que convierte la señal fisiológica a eléctrica. Son los siguientes los sensores que se utilizan en los diversos estudios del sueño:

#### Sensores de flujo

- *Sensor de Flujo aéreo térmico:* Termistor/Termopar. Estos sistemas transforman la diferencia de temperatura que se produce en el aire inspirado (a temperatura ambiente) y el espirado (que sale caliente de la vía aérea) en una señal eléctrica. Siempre tiende a infravalorar la reducción de la señal de flujo que se produce durante una hipopnea.
- Se colocan sobre el labio superior y recogen la señal tanto de la respiración nasal como de la bucal o únicamente bucal.
- *Sensor de flujo aéreo por cambio de presión. Cánula nasal:* La estimación del flujo se hace a través de una cánula nasal similar a las de oxígeno, que está conectada a un transductor de presión. Capta las diferencias de presión ambiente con la intranasal que es más negativa durante la inspiración. Exagera la reducción del flujo durante una hipopnea.

#### Sensores de esfuerzo respiratorio:

- *Bandas Pletismográficas de tórax y abdomen.* Miden los movimientos toraco-abdominales. Es el método más reconocido y recomendado por la Academia Americana de Medicina del Sueño (A.A.S.M.) como alternativa a la manometría esofágica (balón esofágico). La determinación del esfuerzo respiratorio va a ser imprescindible para categorizar los eventos respiratorios en centrales o obstructivos

#### Sensor de ronquido

Puede ser registrado a través de:

- Un pequeño micrófono, que se fija en la parte anterior del cuello, cercano a la tráquea o bien proceder de la señal de la cánula de presión; y

- A través de la cánula de presión mediante la aplicación de los filtros correspondientes.

### **Sensor de posición corporal**

Se coloca en el cinturón torácico y debido al sensor de gravedad que lleva en su interior, emite una señal proporcional a la posición del paciente.

### **Sensor de oximetría**

Es la medición no invasiva del oxígeno transportado por la hemoglobina en el interior de los vasos sanguíneos. Consta de un fotodetector y dos diodos emitiendo a dos longitudes de onda encarados unos con los otros a través de un tejido interpuesto (habitualmente el dedo o también a través del lóbulo de la oreja).

### **Sensor de piernas:**

Mide los movimientos de las extremidades inferiores y dos de los sistemas para adquirir la señal serían:

- Piezoeléctrico, que mide la fuerza con la que un músculo aprieta contra él. Se coloca en el músculo tibial anterior.
- Electrodo de Cucharilla, Es otro sistema de obtener los movimientos de piernas a través de electrodos de cucharilla que mide la actividad muscular.

### **Sensores para medir el CO2**

Dos son los procedimientos el transcutáneo que es el recomendado y el *end-tidal* CO2.

- Transcutáneo - Se basa en la aplicación de un sensor electroquímico con un calentador controlado por un termostato. El sensor se coloca en el tórax o cara interna del muslo o donde recomiende el fabricante. El CO2 pasa a través de la piel vaso-dilatada y se puede medir.
- *End-Tidal* - Consiste en la medición de la fracción de CO2 en el aire espirado.

### **2.2.5. Material consumible**

- Pasta abrasiva
- Pasta o gel conductor
- Agujas romas para rellenar los electrodos
- Gasas
- Colodión
- Acetona o disolvente de colodión.
- Cinta métrica y lápiz marcador para piel
- Alcohol
- Tubuladuras para CPAP
- Mascarillas CPAP
- Filtros CPAP



## 3. Señales Bioeléctricas y Filtros

### 3.1 Introducción

La polisomnografía (Figura 3) es una técnica de registro multicanal, diseñada para registrar simultáneamente parámetros fisiológicos mientras dormimos. Por ese motivo, es importante entender una serie de principios y conceptos básicos para así obtener un buen registro y realizar un correcto análisis e interpretación de la señal.

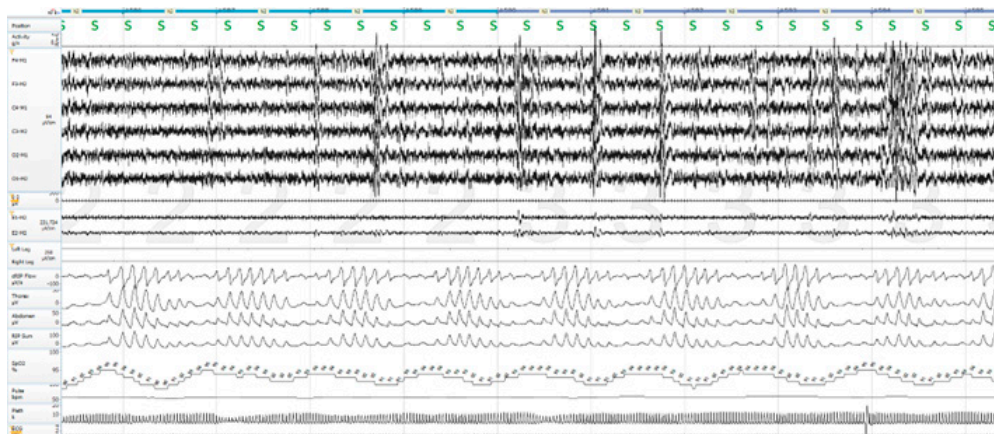


Fig. 3 – Ejemplo de una Polisomnografía

#### 3.1.1 El concepto más básico a conocer es el siguiente

El objetivo durante los estudios del sueño es medir una serie de señales fisiológicas (p.ej. presión de aire, electricidad neuronal, temperatura, esfuerzo, saturación de oxihemoglobina) que se captan a través de unos sensores y que las convierten en señales eléctricas que posteriormente son acondicionadas (ej., amplificadas y filtradas).

### 3.1.2 Otro concepto también imprescindible

Las variables fisiológicas procedentes de los sensores son analógicas. Para adquirirlas, procesarlas y almacenarlas se tienen que digitalizar, es decir, convertirse en valores numéricos a través de una placa analógico digital. Es importante efectuar la digitalización de modo que no se pierda información de la señal de forma irreversible. Si la señal analógica es transformada correctamente a una señal digital, las enormes capacidades de cálculo de los ordenadores modernos permiten procesar la señal y presentarla de múltiples maneras, facilitando su interpretación. Este proceso básico de digitalización se llama conversión analógica-digital (A/D), y se realiza inmediatamente una vez la señal producida por el sensor/transductor ha sido convenientemente filtrada y amplificada, preparándola para su digitalización.

### 3.1.3 Señales para cuya captación se precisan electrodos

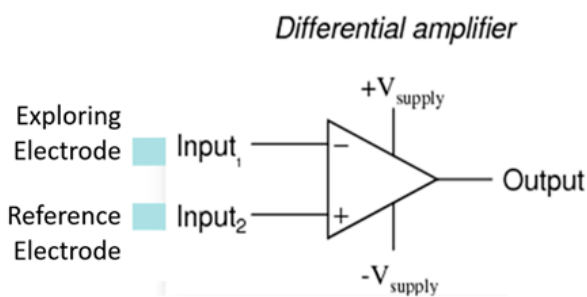


Figura 4

El principio básico es la utilización de dos electrodos, uno activo (negativo) y otro referente (positivo) (Figura 4). Los diferentes cambios de potencial nos proporcionarán el registro. A cada señal de salida se le llama canal.

## 3.2 Parámetros básicos de la señal bioeléctrica

### 3.2.1. Amplificadores

Los amplificadores utilizados son los amplificadores diferenciales. El amplificador amplía la diferencia entre la señal de entrada (pe.: los dos electrodos) y amplifica dicha diferencia. La amplificación (Figura 4) se realiza mediante la conexión de las señales de entrada ( $Input_1$ ,  $Input_2$ ) a la caja de entradas de un amplificador diferencial, que efectúa la diferencia entre las dos entradas, amplifica la diferencia y el resultado lo proporciona como señal de salida (output).

- Se usan 2 tipos: Amplificadores DC (Direct Current) capaces de recoger todas las componentes de frecuencia de las señales incluyendo las señales estables o continuas y las de más bajas frecuencia. De hecho, es un amplificador que no contiene ningún filtro (ver más adelante). Los amplificadores DC se usan habitualmente para señales como las respiratorias (oximetría de pulso, temperatura, flujo o bandas toraco-abdominales).
- Los amplificadores AC (Alternating Current) que eliminan las señales cuasi-continuas y, por ejemplo, amplifican señales neurológicas (EEG, EMG, EOG) que fluctúan muy rápidamente (alta frecuencia). Los amplificadores AC tienen filtros de alta y baja frecuencia. Los amplificadores permiten ajustar la amplitud de las diferentes señales para que estén en una escala similar.

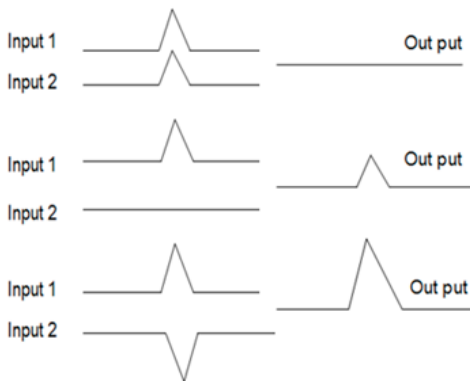


Figura 5

La figura 5. Muestra el modo de rechazo común y la amplificación de la diferencia de entradas. Es decir, cuando las dos señales de entrada son idénticas, la salida es cero.

### 3.2.2 Frecuencia

Es el número de oscilaciones registradas en un segundo y se mide en ciclos por segundo (CPS) o hercios (Hz). En electroencefalografía los tipos de frecuencia estadiados son: beta  $\geq 13$  Hz, alfa 12-8 Hz, theta 7-4 Hz, delta  $\leq 4$  Hz.

### 3.2.3 Amplitud

Se refiere al voltaje de la onda eléctrica. Normalmente en la polisomnografía (PSG) las señales de los biopotenciales eléctricos se registran en microvoltios ( $\mu\text{V}$ ), en el caso del EEG, el EOG y el EMG, o en milivoltios (mV), en el

electrocardiograma (ECG). Para medir la amplitud de una señal se procede a comparar la altura de la onda registrada con una señal de calibración de valor previamente conocido. La representación de la amplitud de una onda en la pantalla se determina por la sensibilidad de los amplificadores. La sensibilidad se define como la proporción del voltaje de inicio a la vertical de la señal representada. Como norma habitual las señales de EEG, EOG y EMG tienen una sensibilidad de 7-10  $\mu\text{V}/\text{mm}$ .

### 3.2.4 Impedancia

Es la resistencia detectada entre la superficie de la piel y la del electrodo en un circuito AC. Se mide en ohmios ( $\Omega$ ). Su conocimiento tiene implicaciones importantes en la adquisición de la señal, ya que una baja impedancia proporciona una buena calidad fisiológica de la señal, disminuyendo el ruido externo. Contrariamente una impedancia alta facilita la intromisión de ruido en la señal fisiológica. La impedancia ideal recomendada para obtener una buena señal es de 10 K $\Omega$ , y se considera muy buena la de 5 K $\Omega$ .

### 3.2.5 Polaridad de la señal

Se define como la positividad o negatividad de la deflexión de una señal. La señal es la diferencia de potencial entre dos entradas, electrodo activo (-) y electrodo (+). En los sistemas de registro EEG y PSG se sigue el criterio internacional, que determina que se producirá una deflexión de la señal hacia arriba cuando un voltaje negativo se registre en el electrodo activo y hacia a baja o cuando sea captado en el electrodo referente. Por ese motivo es muy importante realizar la calibración de la señal para objetivar que todos los canales tienen la misma polaridad.

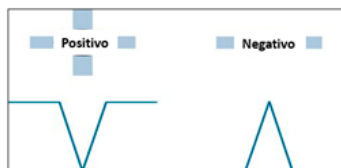


Figura 6

La Figura 6 muestra un ejemplo de una deflexión positiva (para abajo) y negativa (hacia arriba) del EEG.

### 3.2.6 Ganancia

Los amplificadores diferenciales amplifican la diferencia de voltaje entre ambas señales de entrada. El factor de amplificación es la ganancia (p.ej. si un amplificador proporciona una salida de la señal de 1V para 1 mV de entrada de señal, la ganancia es de 1.000).

### 3.2.7 Sensibilidad

Es la relación entre el voltaje de la señal entrada y la talla vertical de la onda producida por la señal ( $\mu\text{V}/\text{mm}$ ). Así, si se disminuye la amplitud de la señal aumentamos la sensibilidad y, por lo contrario, si se aumenta el tamaño de la señal disminuimos la sensibilidad.

### 3.2.8 Filtros

Al registrar una señal se captan infinidad de artefactos y ondas que no interesa analizar. Los filtros proporcionan la manera de aislar el ancho de banda de frecuencias específico a estudiar. La selección de los filtros se realiza en relación con la amplitud de banda de frecuencias de interés para cada parámetro individualmente. Cabe recordar que la aplicación de un filtro no elimina de forma absoluta todas las frecuencias. Los filtros de bajas frecuencias (FBF), o también llamados filtros de pasa alta, están destinados a atenuar las ondas de frecuencias bajas. Los filtros de altas frecuencias (FAF), también llamados filtros de pasa baja, están destinados a atenuar las ondas de frecuencias rápidas. Así pues, una señal suele tener tanto un límite de frecuencia de pasa alta como de pasa baja.

### 3.2.9 Constante de tiempo

En ausencia de filtros, un voltaje de corriente DC negativa produce una deflexión hacia arriba, que se mantiene mientras se aplique el impulso, volviendo luego a la línea de base (se conoce como onda cuadrada de calibración). Sin embargo, cuando aplicamos filtros a un canal AC, la forma y la duración de la onda de calibración se modifican significativamente. Los filtros de bajas frecuencias no permiten que pase corriente continua, causando una deflexión inicial hacia arriba que regresa a la línea de base. El intervalo de tiempo durante el cual la onda de calibración cae al 37% de su amplitud se define como el constante tiempo. Así, para una señal de EEG (FBF 0,3 Hz y

FAF 70Hz) tendremos una subida de la señal rápida seguida una constante de tiempo aproximada de 0,25 segundos. La constante de tiempo es la inversa de FBF (a mayor FBF menor constante de tiempo y viceversa).

### **3.2.10 Filtros de red (50Hz /60 Hz)**

Son los filtros que eliminan el artefacto eléctrico producido por la corriente alterna (frecuencias de 50 Hz en Europa, 60 Hz en Estados Unidos) en la señal de salida. Estos filtros no deberían utilizarse de manera habitual durante la adquisición del registro. La presencia del artefacto producido por corriente alterna, especialmente en aquellos canales cuyo ancho de banda a estudiar no incluya dichas frecuencias, debe ser considerado como una señal de alarma para el técnico durante el registro.

### **3.2.11 Tierra**

El electrodo de tierra del paciente sirve para reducir la interferencia eléctrica y mejorar el modo de rechazo común (habilidad del equipo para discriminar interferencias eléctricas). El electrodo tierra para EEG y PSG se suele colocar en la línea media craneal, típicamente en Fpz del sistema 10-20.

### **3.2.12 Frecuencia de muestreo**

El procedimiento general se muestra en la Figura 7. Para digitalizar una señal analógica se procede a una fragmentación a intervalos periódicos conocidos de la señal, asignándoles un valor para cada punto. Al número de puntos utilizados por segundo se le llama frecuencia de muestreo (p.ej., una señal de 100 Hz ha sido muestreada cada 0,01 segundos, resultando en una señal digital de 100 muestras por segundo de una señal analógica). La frecuencia necesaria para cada tipo de señal viene definida por el teorema de muestreo de Nyquist, que dice que una señal debe ser muestreada como mínimo al doble de la frecuencia máxima que dicha señal tiene (p. ej., en la señal de EEG los FAF suelen ser de 70, por lo que la frecuencia de muestreo deberá ser superior a 140 Hz). La figura 7 muestra un esquema general.

### 3.2.13 Resolución (bits)

Es la resolución con la que se muestrea la señal. Los convertidores A/D actuales asignan el fondo de escala de una señal a una gama de valores de por ejemplo 4096 niveles de amplitud ( $4096=2^{12}$ , siendo 12 el número de bits del digitalizador). En este caso la resolución es de  $1/4096$  o sea del 0,0244% del fondo de escala. Para aprovechar al máximo la capacidad de resolución del convertidor A/D es importante amplificar la señal para que su variación cubra el rango total del convertidor.

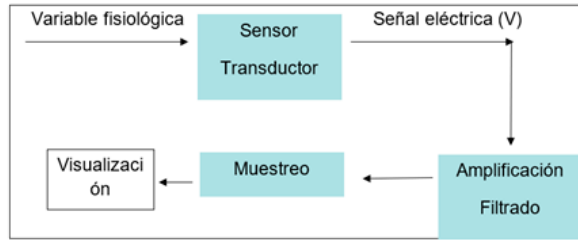
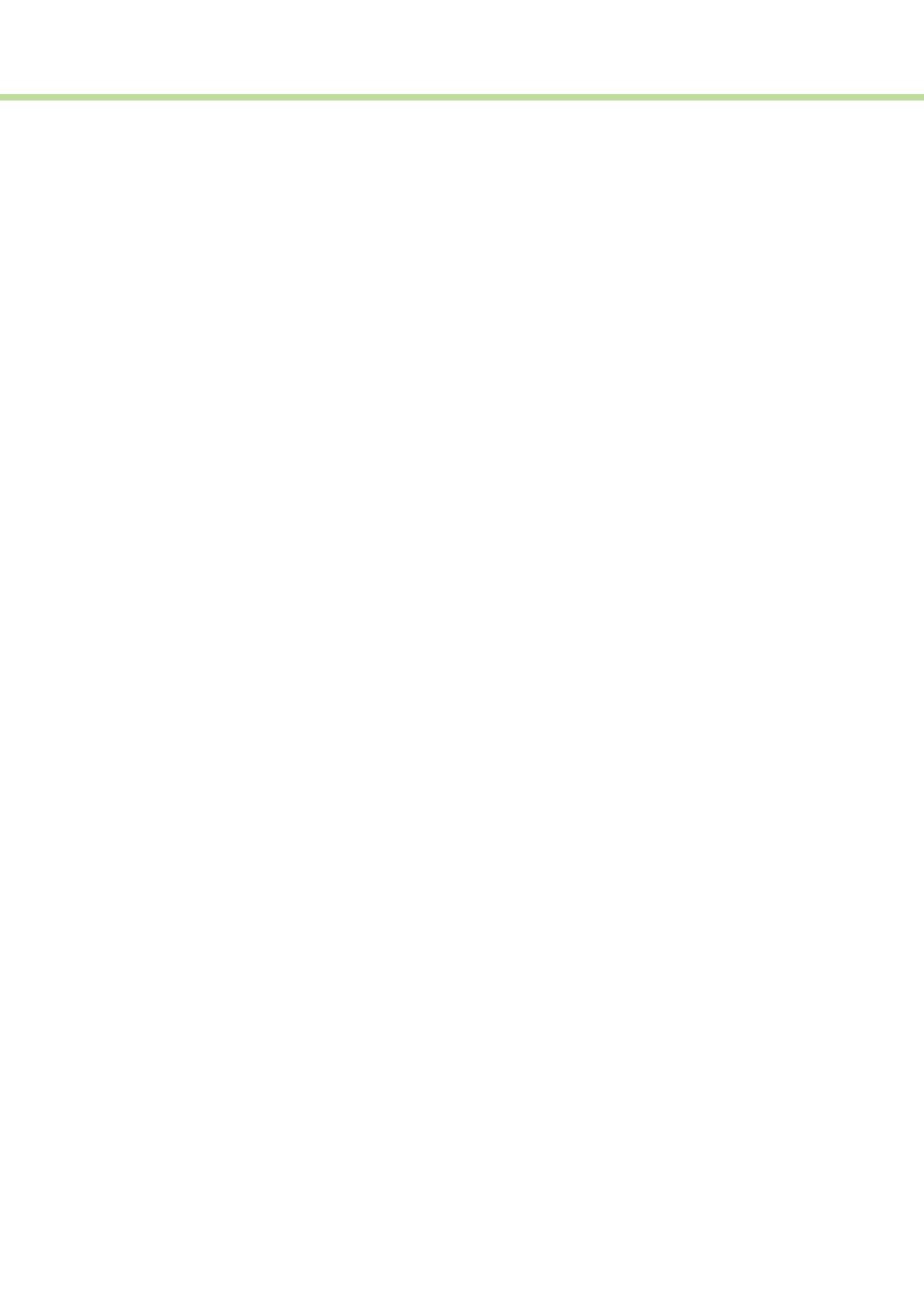


Figura 7



## 4. Electroencefalograma (EEG):

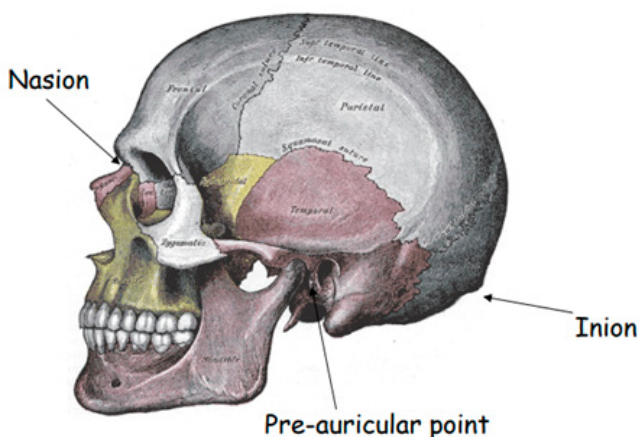
### Sistema Internacional 10-20

Registra la actividad eléctrica cerebral. La colocación de electrodos sobre el cuero cabelludo está sujeta a un sistema internacional o **sistema 10-20**, denominado así porque los electrodos están espaciados entre el 10% y el 20% de la distancia total entre puntos reconocibles del cráneo.

Este sistema permite estandarizar la localización de los electrodos utilizando referencias craneales. Tenemos que tener en cuenta que la colocación de los electrodos de EEG varía de un individuo a otro de acuerdo al tamaño y la forma del cráneo pero las proporciones se mantienen.

Estos puntos clave, a partir de los cuales se realizan las medidas, son:

- Nasion: punto de intersección del hueso frontal y los huesos nasales (es una zona notoriamente deprimida que se halla entre los ojos, justo por arriba del puente de la nariz)
- Inion; protuberancia occipital.
- Punto preauricular; delante del trago de cada pabellón auditivo (Derecho e Izquierdo)



## Derivaciones:

La letra indica la topografía cerebral:    El subíndice define lateralidad:

**Fp:** Fronto-polar o Frontal Anterior

**F:** Frontal Medio.

**C:** Central ( Fronto-Parietal)

**P:** Parietal

**O:** Occipital

**T:** Temporal

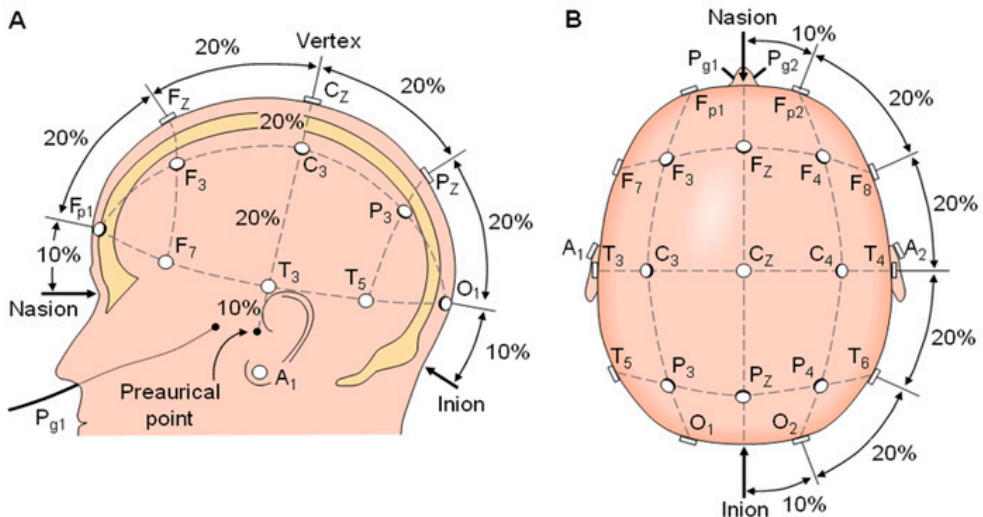
**A o M:** Auricular o Mastoidea

**Número Impar:** Izquierda

**Número Par:** Derecha

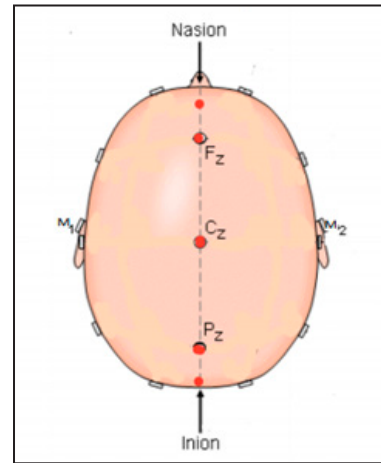
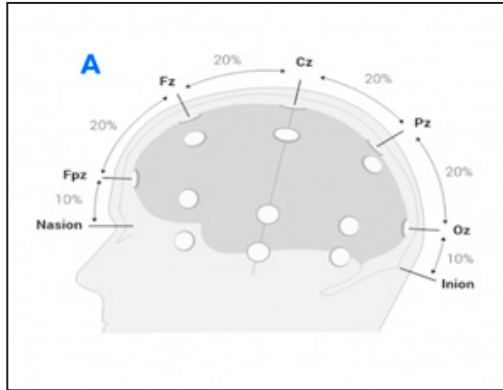
**Letra Z:** Línea Media

Las derivaciones recomendadas por la AASM son: **F4-M1, C4-M1 y O2-M1, también pueden usarse F3-M2, C3-M2 y O1-M2.** (La derivación A es renombrada por la AASM como M).



Se empieza midiendo el cráneo nasion-inion (sagital). Se marca el 10% desde nasion (Fpz) y 10% desde inion (Oz). El resto de puntos se colocaran a intervalos correspondientes del 20 % de la distancia correspondiente entre Fpz y Oz.

(Figura A)

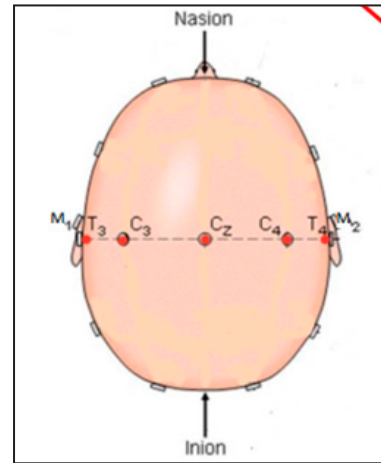
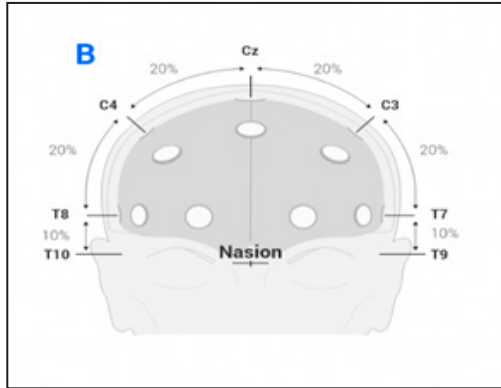


Se continuará midiendo el cráneo desde el surco auricular derecho al surco auricular izquierdo (coronal). De esta medida el 10% serían T3 y T4 que se colocarían a un 10% de los surcos auriculares. Desde estos puntos a un 20% se colocarán C3 y C4.

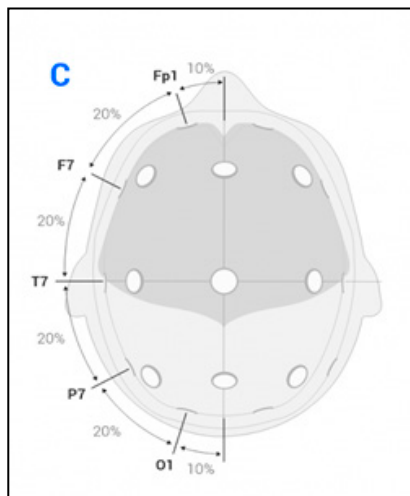
El 50% de las dos medidas anteriores (sagital y coronal) serán el punto de intersección Cz.

Se acabará midiendo el cráneo en su circunferencia pasando por Fpz y Oz. De esta medida se calculará el 10% que será la distancia que tendrán entre ellos todos los electrodos que se situarán en la circunferencia craneal. Otra manera de realizarlo sería partiendo de la medida de la circunferencia craneal, calcular el 50% y se calculará el 10% para Fp1, Fp2 y para O1 y O2 y el resto de electrodos se colocarán al 20%

(Figura B)



(Figura C)



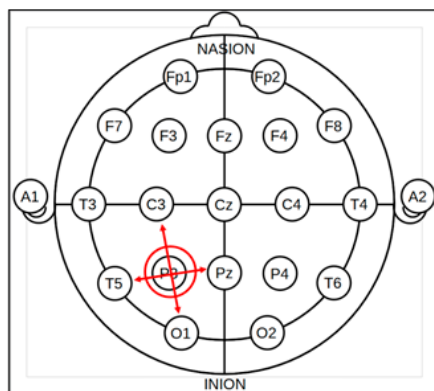
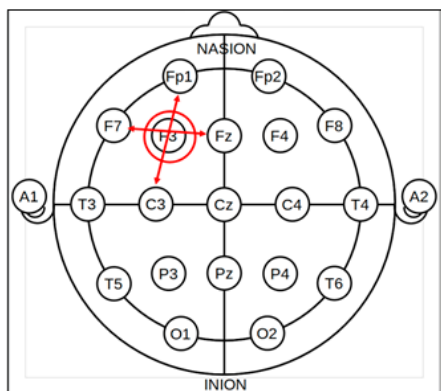
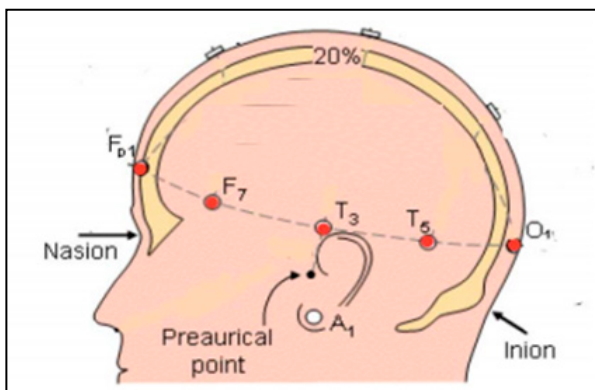
**F3:** Se mide la distancia entre Fp1 y C3 y se marca el punto medio, y la distancia entre Fz y F7 y marcamos el punto medio. La intersección de ambos puntos es F3

**F4:** Se mide la distancia entre Fp2 y C4 y se marca el punto medio, y la distancia entre Fz y F8 y marcamos el punto medio. La intersección de ambos puntos es F4

**P3:** Se mide la distancia entre O1 y C3 y se marca el punto medio, y la distancia entre Pz y T5 y marcamos el punto medio. La intersección de ambos puntos es P3

**P4:** Se mide la distancia entre O2 y C4 y se marca el punto medio, y la distancia entre Pz y T6 y marcamos el punto medio. La intersección de ambos puntos es P4

**M1 y M2** en apófisis mastoideas. (A1 y A2)





## 5. Polisomnografía convencional

La polisomnografía (PSG), es la prueba “gold standard” para el estudio de los trastornos del sueño.

La PSG es el registro simultáneo de las variables fisiológicas durante el sueño. En esta prueba se recogen las variables neurofisiológicas con el electroencefalograma (EEG) con el que se obtiene el registro de la actividad cerebral espontánea en forma de ondas que se obtienen a través de pequeños electrodos que registran las variaciones de potencial de la actividad cerebral. Estos electrodos se colocan en el cuero cabelludo, según el sistema internacional 10-20 y el número de electrodos que se coloca dependerá de la orientación diagnóstica. Independientemente del montaje que se realice siempre se coloca el electrooculograma (EOG) y el electromiograma (EMG). Con el EOG se obtiene el registro simultáneo de la actividad ocular y con el EMG el registro de la actividad mentoniana.

Estas variables neurofisiológicas permiten identificar los diferentes estadios del sueño y valorar la arquitectura global del sueño y la identificación de los microdespertares o arousals, que pueden ser espontáneos o secundarios a estímulos o eventos. La valoración de los arousals aporta una información muy relevante sobre la calidad y continuidad del sueño.

En la PSG también se registran otras variables fisiológicas como las cardio-respiratoria, la señal de ronquido, posición, oximetría, PCCO<sub>2</sub>, movimiento de piernas etc.

Estas variables se recogen a través de sensores / transductores, que a su vez las transforman en señales eléctricas. Estas variables ayudan a identificar los eventos respiratorios, movimientos periódicos de piernas etc. relacionados con el sueño.

Una vez finalizado el registro se realiza el análisis de los datos obtenidos, es decir la codificación del sueño, eventos respiratorios, movimientos de piernas etc. Por último el médico realizará el informe.

## Indicación de la prueba

---

La PSG está indicada en los siguientes casos:

A. Trastornos respiratorios del sueño

- Apnea Obstructiva del sueño (AOS)
- Apnea central durante el sueño

B. Hipersomnias de origen central

- Narcolepsia
- Hipersomnia Idiopática

C. Parasomnias

C1- Parasomnias NREM:

- Despertar confusional
- Terror nocturno
- Sonambulismo

C2- Parasomnias REM:

- Trastorno del comportamiento en el sueño REM

D. Crisis Epilépticas nocturnas

E. Trastorno del movimiento durante la noche

- Síndrome de movimientos periódicos de los miembros

F. Trastornos del ritmo Circadiano

## **Parámetros que se recogen en una PSG convencional**

---

- Electroencefalograma (EEG): registro de la actividad eléctrica cerebral.
- Electromiograma (EMG): registro de la actividad muscular mentoniana y tibial.
- Electrooculograma (EOG): registro de los movimientos oculares.
- Electrocardiograma (ECG): registro del ritmo cardíaco.
- Actividad respiratoria: mediante banda torácica y abdominal, que registran los movimientos respiratorios.
- Flujo aéreo oronasal: mediante una cánula nasal y un termistor.
- Pulsioxímetro: registro del pulso y el nivel de oxígeno en sangre del paciente.
- Posición corporal

## **Material necesario**

---

Para la realización de una PSG necesitaremos los siguientes materiales:

- Electrodo de cucharilla (pueden ser desechables o reutilizables).
- Electrodo adhesivo para ECG, EMG y EOG. También se pueden utilizar de cucharilla.
- Gel abrasivo para la limpieza del cuero cabelludo y de la piel donde colocaremos los electrodos.
- Pasta conductora.
- Colodion (pegamento)
- Cánula nasal
- Termistor

- Banda torácica y abdominal
- Sensor de oximetría
- Sensor de posición (cuando no lo lleva incorporado el equipo).
- Sensor de ronquido (cuando no lo lleva incorporado el equipo).

Otros materiales que también necesitaremos son:

- Gasas
- Jeringa
- Aguja de punta roma
- Esparadrapo / apósitos
- Secador

## Procedimiento

---

Tras recibir al paciente, debe revisarse su historia y el protocolo a realizar, y se le practica una pequeña anamnesis. Además el paciente debe completar diversos cuestionarios así como el consentimiento informado firmado para la utilización del video.

El técnico prepara y calibra el equipo.

A continuación, se le colocan los electrodos y el resto de sensores al paciente. se precisa explicarle en qué consistirá la prueba y tras responder a sus dudas, se apagan las luces dando comienzo al estudio. El estudio no comienza hasta que se registran las luces apagadas.

Durante el registro, el técnico del sueño es el responsable de supervisar la prueba. Tiene que ser capaz de hacer una buena adquisición de la señal. Para ello, ha de detectar posibles artefactos, recolocar los electrodos o sensores que pudieran fallar, atender a las necesidades del paciente y anotar los sucesos que vayan aconteciendo. Una correcta adquisición es la base de una buena codificación y diagnóstico.

Al finalizar el estudio, el paciente debe contestar otros cuestionarios, estimar el tiempo que permaneció dormido, el tiempo que permaneció despierto y detalles de los despertares si los hubo.

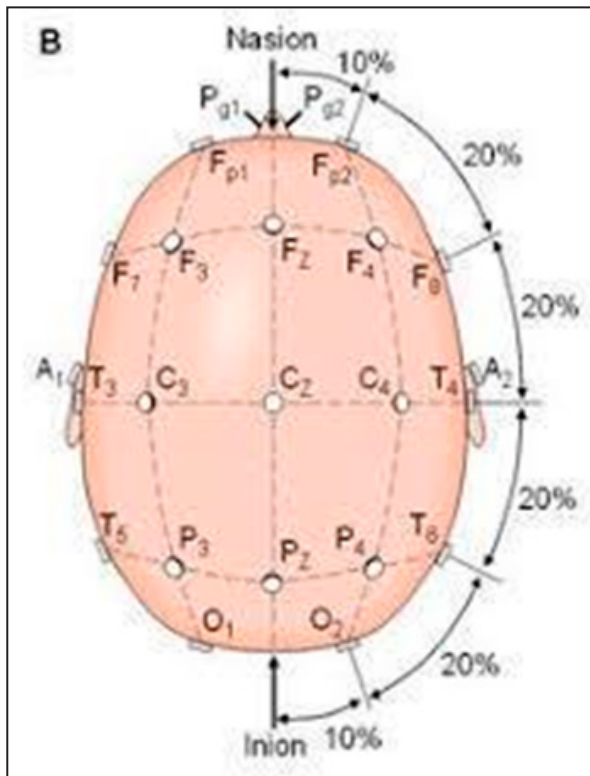
Si debe efectuarse un TLMS o TMV, la enfermera o técnico de sueño debe retirar los electrodos que ya no son necesarios.

## Montaje

Para el montaje del EEG debe tomarse cuatro puntos de referencia: Nasion, Inion, y conducto auditivo externo derecho e izquierdo.

### EEG:

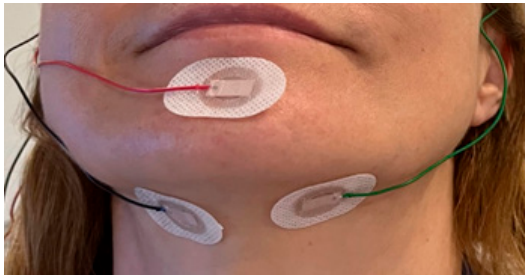
La colocación de los electrodos de EEG se hará siguiendo el sistema internacional 10-20. Las derivaciones recomendadas por la *American Academy of Sleep Medicine* (AASM) para el EEG son: F4-M1, C4-M1, O2-M1 y F3-M2 /C3-M2 /O1-M2. (La derivación A es renombrada como M).



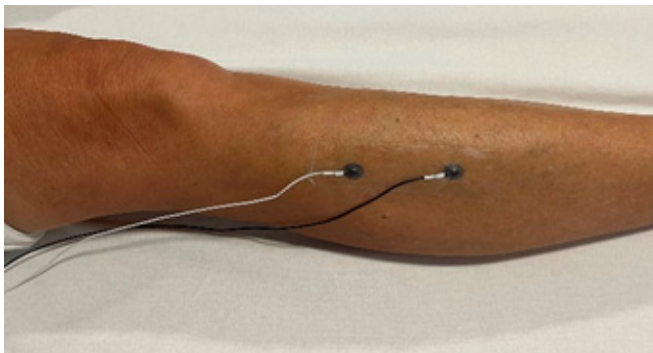
**EMG:****Electrodos submentonianos**

Se recomienda colocar 3 electrodos submentonianos:

- En la línea media (1 cm por encima del borde inferior de la mandíbula).
- 2 cm por debajo del borde inferior de la mandíbula y 2 cm hacia la derecha de la línea media.
- 2 cm por debajo del borde inferior de la mandíbula y 2 cm hacia la izquierda de la línea media.

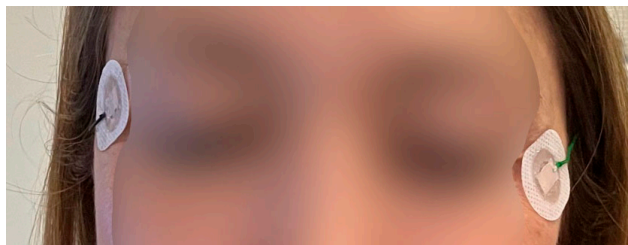
**Electrodos tibiales**

Se colocan 2 electrodos en la región tibial anterior de cada pierna.

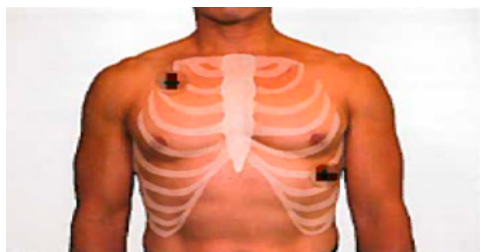


**EOG:**

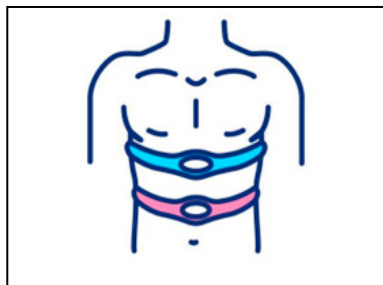
Para el registro del EOG se colocan los electrodos 1 cm por encima del ángulo externo del ojo derecho (E2) y 1 cm por debajo del ángulo externo del ojo izquierdo (E1). Registra los movimientos oculares en las distintas fases.

**ECG:**

Se colocan 2 electrodos en la región precordial.

**Actividad respiratoria:**

Se coloca una banda torácica y otra abdominal que permite registrar los movimientos respiratorios y diferenciar los eventos centrales, obstructivos y mixtos.



### **Flujo aéreo oronasal:**

Se coloca una cánula nasal para medir el flujo aéreo y un termistor que detecta los cambios de temperatura entre el aire inspirado y el espirado por las fosas nasales y por la boca.



### **Pulsioxímetro:**

Colocado en el dedo de la mano (o en el del pie, en caso de niños pequeños). Mide la saturación arterial de oxígeno y también la frecuencia cardíaca.



### Posición corporal:

Se registra con un sensor que se coloca habitualmente en las bandas de movimientos respiratorios. Informa sobre la posición del paciente, que puede influir en el número de eventos respiratorios, generalmente más frecuentes en posición decúbito supino.



### Biocalibración

Una vez colocados los electrodos y con el paciente acostado, se comprueban las impedancias y el correcto funcionamiento de los electrodos y sensores a través de la calibración biológica. Ésta se realiza de la siguiente forma:

### EEG

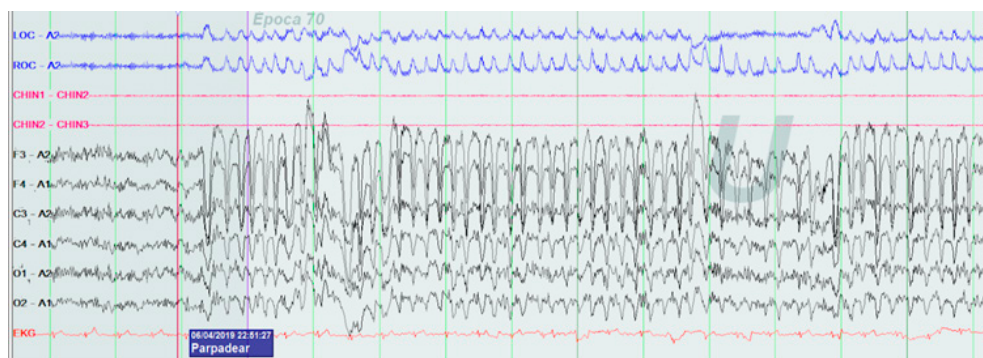


Fig. 1: Se le pide al paciente que abra y cierre los ojos en períodos de 10 segundos.

## OJOS

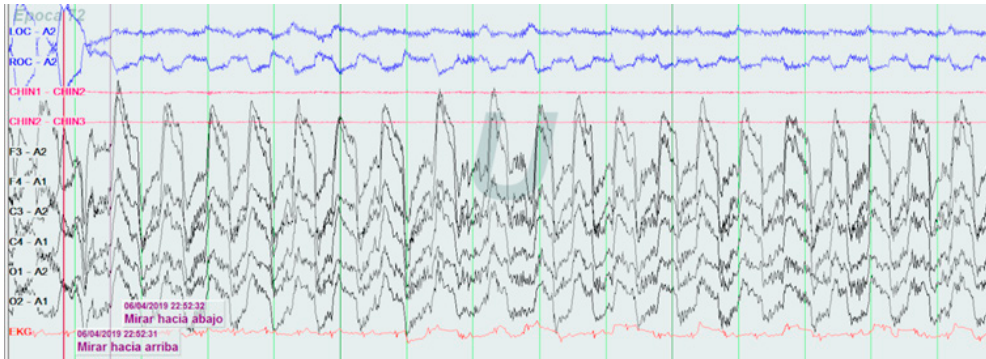


Fig. 2: Se le pide al paciente que mire arriba y abajo durante 20 segundos.

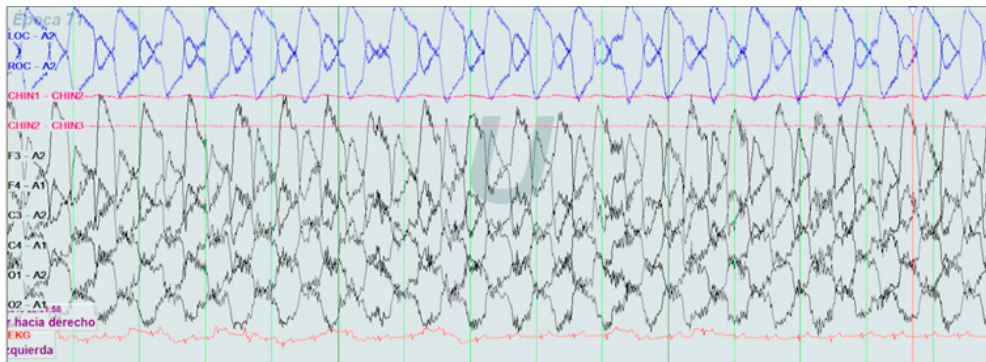


Fig. 3: Se le pide al paciente que mire a izquierda y derecha durante 20 segundos.

## EMG submentoniana

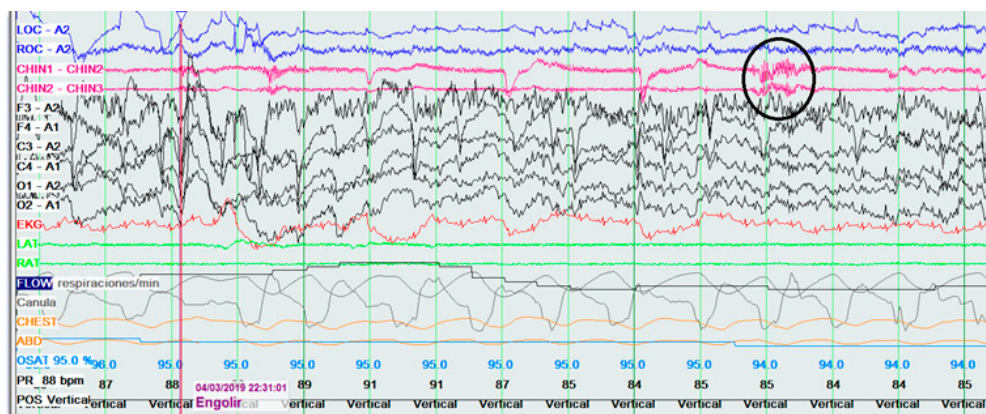


Fig. 4: Se le pide al paciente que apriete la mandíbula y trague.

## EMG tibial

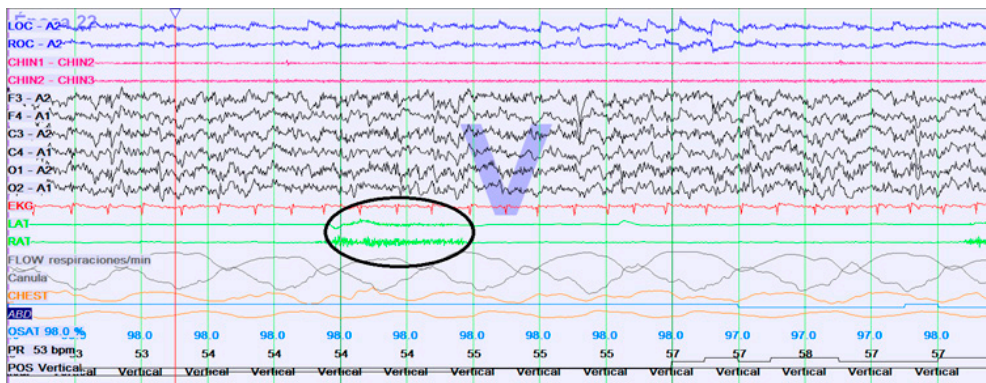


Fig. 5: Se le pide al paciente que haga movimientos de flexo-extensión del pie.

## EKG



Fig. 6: Se verifica en el monitor que la recepción de la señal es correcta.

## Flujo de cánula

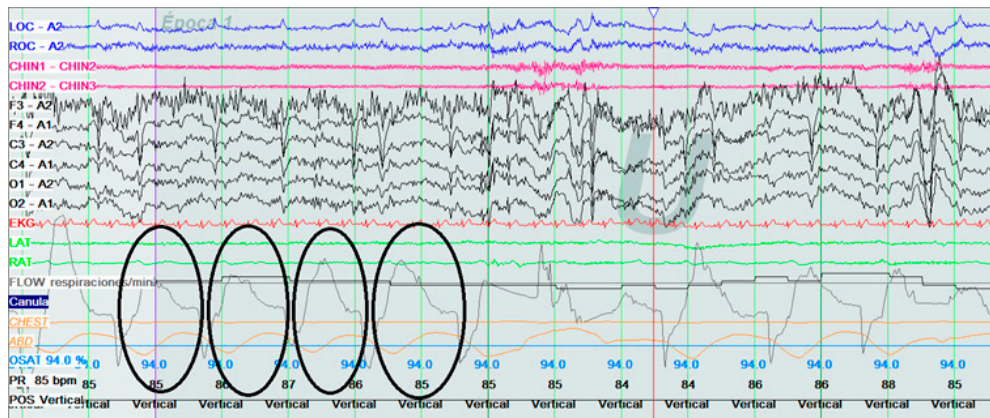


Fig. 7: Se le pide al paciente que haga un período (10 segundos) de respiración nasal.

## Termistor

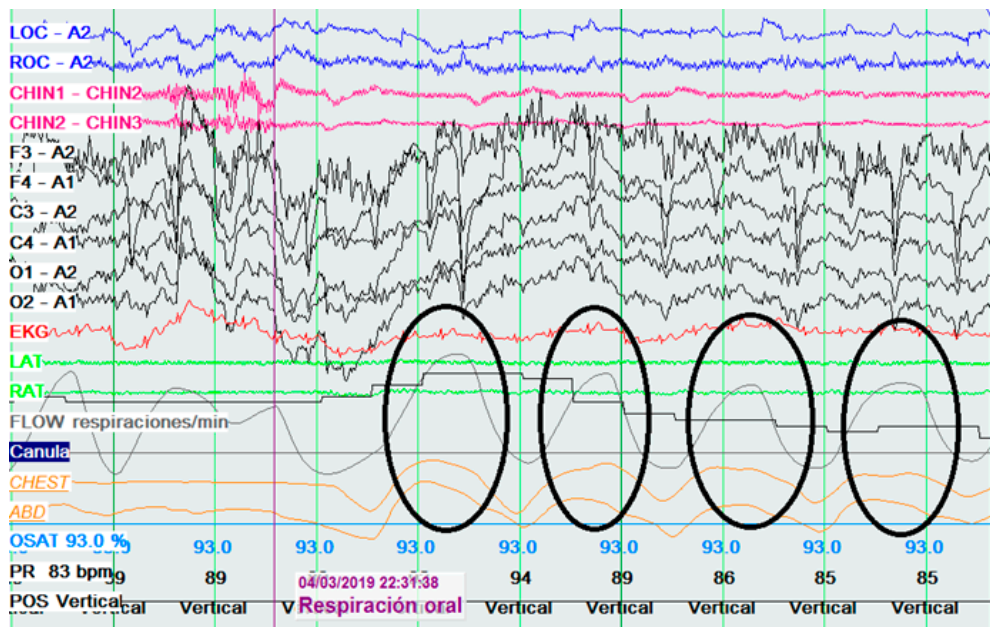


Fig. 8: Se le pide al paciente que haga un período (10 segundos) de respiración bucal.

## Bandas

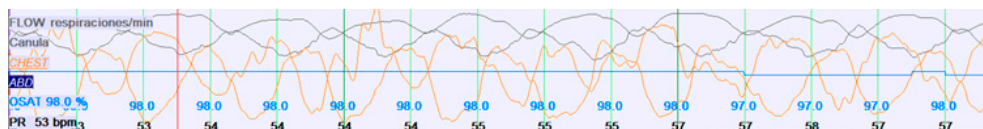


Fig. 9: Se le pide al paciente que tome aire, lo retenga y realice movimientos abdominales de arriba abajo.

## Ronquido



Fig. 10: Se le pide al paciente que ronque.

## Posición



Fig. 11: Se le pide al paciente que cambie de posición y se comprueba que se registre correctamente.



## 6. Polisomnografía montaje de EPILEPSIA

El polisomnograma de epilepsia está indicado cuando hay sospecha de de crisis comiciales nocturnas o de alteraciones epileptiformes en el EEG que no se evidencian durante la vigilia.

### Montaje:

Después de hacer la medición según el Sistema Internacional 10/20. Fig.1

Procedemos a la colocación de los electrodos de superficie que nos darán la información que buscamos. Fig2

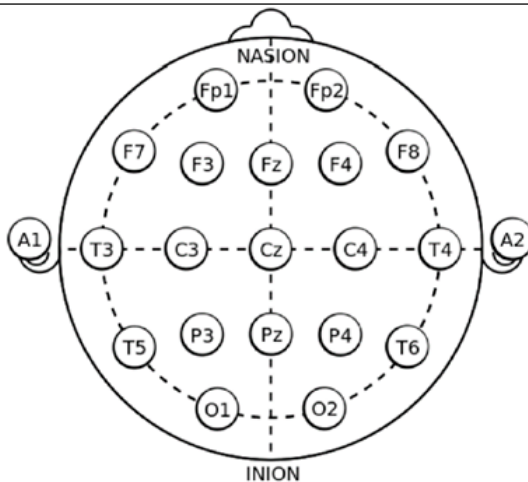


Fig. 1



Fig. 2

Pondremos un electrodo en la apófisis de mastoides (izquierdo y derecho) para que nos hagan de referencia. Fig.3

Pondremos uno o dos electrodos de tierra en la línea media, entre Fz y Cz el primero y entre Cz y Pz el segundo. Fig.4



Fig. 3



Fig.4

También necesitaremos registrar Electrooculograma (EOG), Electromiograma (EMG) mentoniano o submentoniano Fig.5, Electrocardiograma (ECG) y la actividad muscular en el tibial anterior de ambas piernas Fig.6.



Fig 5 Electromiograma mentoniano



Fig.6 Electromiograma tibial anterior

Pondremos los sensores de respiración (dos bandas respiratorias Fig.7, un termistor y una cánula de presión Fig.8), de movimiento Fig.7 y el pulsioxímetro Fig.9.



Banda torácica y abdominal y sensor de posición Fig.7

Cánula de presión y Termistor Fig.8

Sensor Oximetría Fig.9

Es imprescindible que durante el registro de sueño haya una grabación de vídeo sincronizada con el EEG.

Para los registros de epilepsia básicamente existen dos tipos de montaje: bipolares y monopolares o referenciales.

En los montajes bipolares se combinan habitualmente los electrodos vecinos entre sí, disponiéndose de forma adyacente y de manera que un electrodo sea común a los dos canales contiguos. De esta forma sabemos la diferencia de potencial entre puntos vecinos de la corteza cerebral, el valor individual de los cuales desconocemos. En el montaje referencial cada uno de los electrodos se compara con un electrodo común a todos o a un grupo de ellos (por ejemplo: el lóbulo de la oreja lateral, la oreja contralateral o el tórax). De esta manera sabemos el valor (relativo, ya que tampoco sabemos el valor del electrodo de referencia) de la actividad de cada electrodo. Ambos tipos de montaje tienen ventajas e inconvenientes y se recomienda utilizarlos en cada exploración EEG. Además es aconsejable utilizar suficientes electrodos para cubrir todas las áreas cerebrales durante cada estudio.

Las combinaciones de electrodos o montajes utilizadas, suelen ser diferentes en casi cada hospital.

## 1. Montaje Monopolar o Referencial:

---

Mide la diferencia de potencial entre todos los electrodos colocados en la superficie del cráneo, con el electrodo o electrodos de referencia y lo hace con una banda de filtros bien amplia (filtro alto de 120 Hz o más, filtro bajo de 0.1 Hz, etc).

Ejemplo: F3 - (ref).

C3 - (ref).

P3 - (ref).

Los electrodos más habituales destinados a hacer de referencia en los montajes monopolares o referenciales son:

Los electrodos de las orejas, situados en mastoides o bien en el lóbulo de la oreja (se abrevian como A1 y A2).

El electrodo Cz, o el Pz.

El promedio de electrodos (por ejemplo A1 + A2).

Referencia "fuente": es el promedio de los 4 vecinos inmediatos de cada electrodo. Por ejemplo, F4 comparado con la media de Fp2, F8, C4 y Fz y así sucesivamente.

## 2. Montajes Bipolares:

---

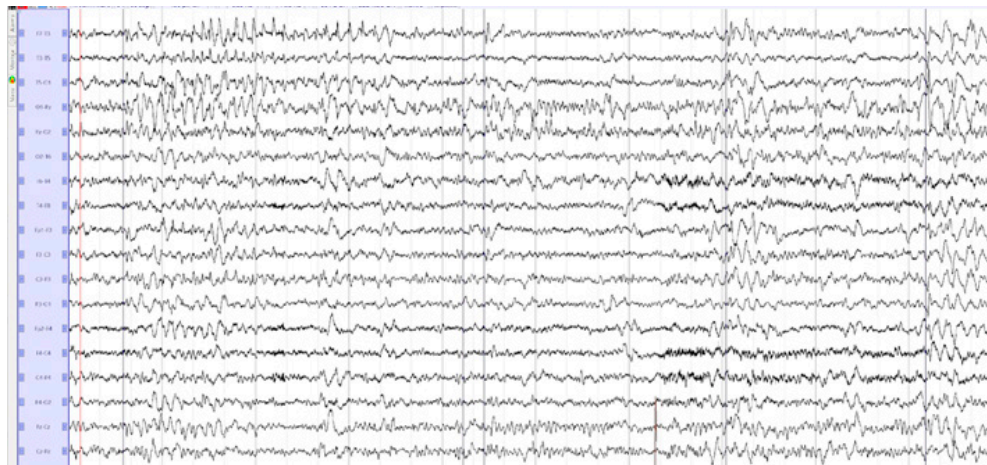
En ellos se combinan habitualmente cada electrodo con su vecino más próximo, disponiéndose de forma adyacente y de manera que un electrodo sea común a los dos canales contiguos. De esta forma sabemos la diferencia de potencial entre puntos vecinos de la corteza cerebral, el valor individual de los cuales desconocemos.

Hay dos tipos de lectura de montaje bipolar:

- El longitudinal o doble banana, es el que utilizamos normalmente
- El transversal o coronal

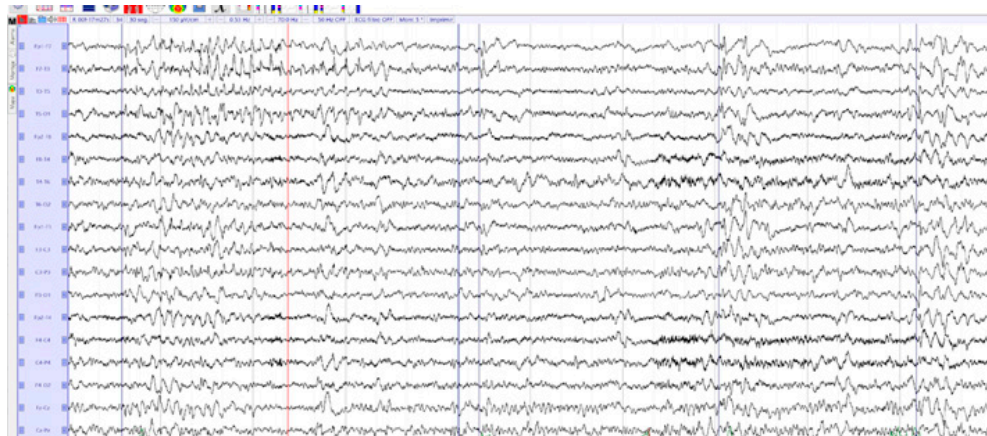
En las siguientes fotos podemos observar la misma época con un montaje bipolar y monopolar con diferentes referencias.

### Montaje bipolar 1 (Longitudinal)



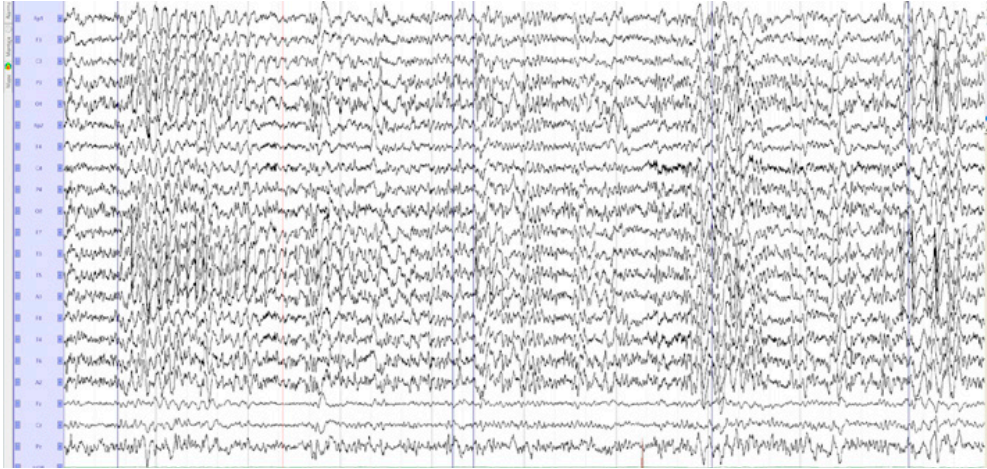
V:30s HFF:70Hz LFF:53Hz

### Montaje bipolar 2



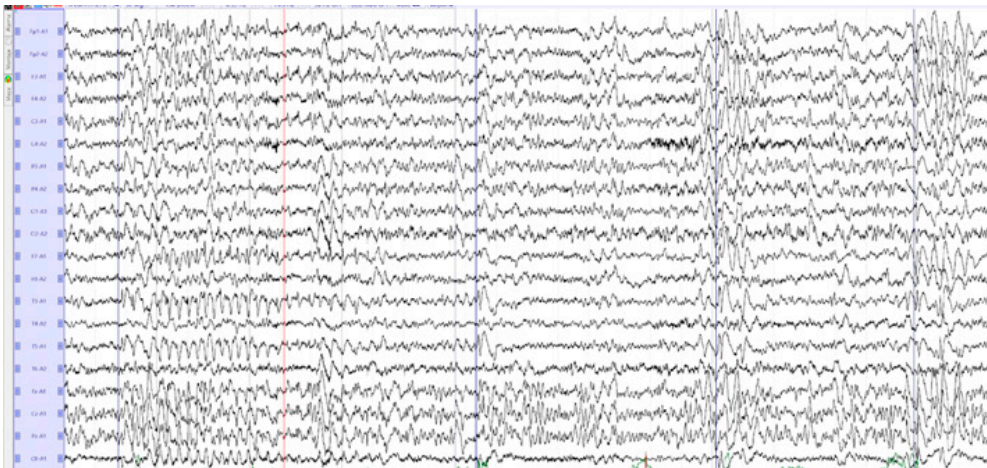
V:30s HFF:70Hz LFF:53Hz

### Montaje monopolar con referencia a tierras



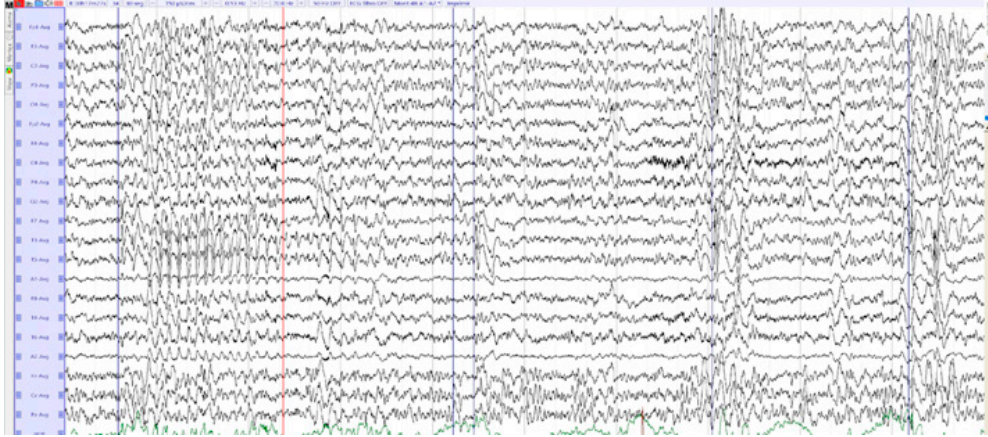
V:30s HFF:70Hz LFF:53Hz

### Montaje monopolar con ref oreja ipsilateral



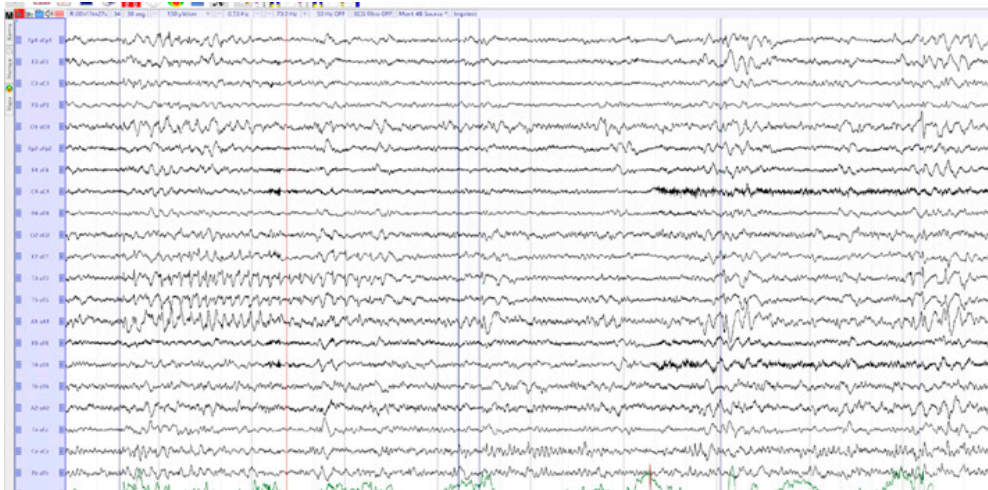
V:30s HFF:70Hz LFF:53Hz

### Montaje Monopolar con referencia de las dos orejas



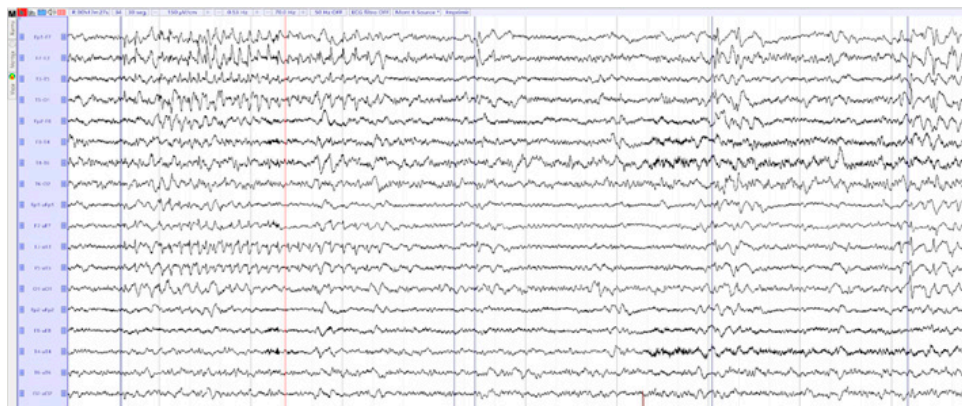
V:30s HFF:70Hz LFF:53Hz

### Montaje con referencia fuente



V:30s HFF:70Hz LFF:53Hz

## Montaje Mitad bipolar y mitad ref fuente



V:30s HFF:70Hz LFF:53Hz

## 7. Poligrafía cardiorrespiratoria

### 7.1 Definición:

---

Prueba de diagnóstico avanzado del sueño que registra la respiración, la frecuencia cardíaca y los niveles de oxígeno en sangre durante toda la noche. Sirve para la identificación de las pausas respiratorias durante la noche.

Puede realizarse en casa de forma ambulatoria, o en el hospital.

Habitualmente el paciente es el encargado de recoger y devolver el equipo al centro, siendo instruido en su colocación por el personal cualificado.

La poligrafía es muy útil para el diagnóstico de sujetos con alta o mediana probabilidad de padecer apneas obstructivas del sueño.

Existen algunos inconvenientes como que no es posible registrar las hipoapneas en base a los microdespertares, no es posible interpretar si el paciente está dormido o no, ya que no se registran las fases del sueño y además al no estar supervisado por un técnico es posible que el registro resulte alterado por un fallo técnico o mal uso del dispositivo, por lo que haya que repetir la prueba.

Las ventajas de realizar una poligrafía domiciliaria, es que el paciente podrá estar en su domicilio, por lo que al estar en su entorno habitual mejora la calidad del sueño, además reduce el gasto sanitario y acorta las listas de espera, ya que no es necesaria la hospitalización.

La duración de la prueba será de mínimo 6 horas, durante la noche.

### 7.2 Función:

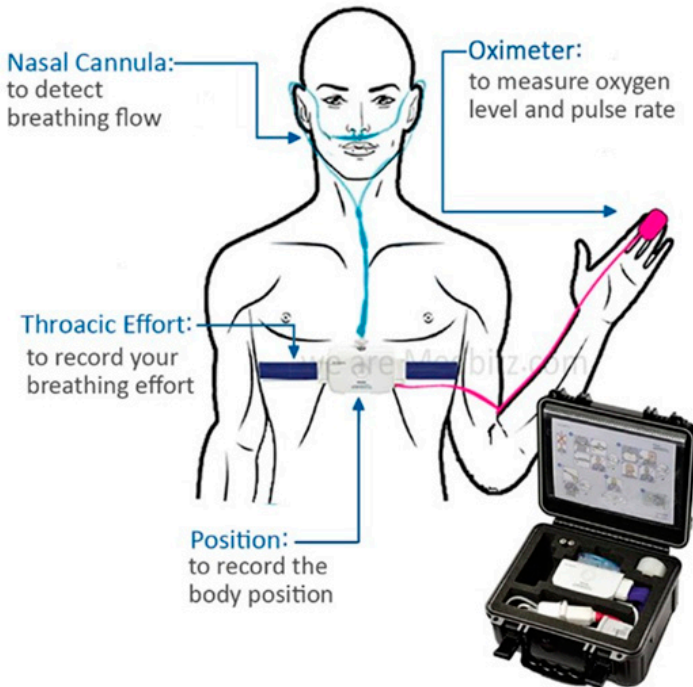
---

Su función principal es detectar anomalías respiratorias como las apneas, hipopneas del sueño y la desaturación de oxígeno.

La poligrafía mide las siguientes cinco variables:

- Saturación arterial de oxígeno: se coloca el pulsioxímetro en un dedo de la mano para controlar el oxígeno en sangre durante la noche.
- Flujo de aire: se detecta mediante la colocación de una cánula nasal y / o termopar.
- Movimiento torácico y/o abdominal a través de la colocación de una banda elástica piezoeléctrica y/o inductiva en la zona para detectar el esfuerzo respiratorio.
- Frecuencia cardíaca: se controla a través del saturador de oxígeno.
- Pueden añadirse otros registros como la posición o el ronquido, aunque en algunos dispositivos ya se obtiene la señal del ronquido con el sensor de flujo nasal.

## Montaje Poligrafía



### **7.3 Indicaciones para la realización de la poligrafía**

---

La PR es un método aceptado para el manejo de pacientes con excesiva somnolencia diurna y al menos dos de los siguientes síntomas: ronquido fuerte, apneas observadas, respiración dificultosa o crisis asfícticas, e hipertensión arterial.

La mayor diferencia con la polisomnografía es la ausencia de sensores de EEG para detectar las fases del sueño, por lo que el índice de apneas puede ser infraestimado, al contar todo como tiempo de sueño.

La precisión diagnóstica de la poligrafía va a mejorar con la severidad de la enfermedad.

Los pacientes que serán excluidos para la realización de la prueba en domicilio serán lo que tengan baja probabilidad de AOS, sospecha de otros trastornos del sueño, o estén diagnosticados de una enfermedad cardíaca y pulmonar severa, insomnio moderado/grave, enfermedad neuromuscular, uso crónico de opioides y accidente cerebrovascular invalidante.

Los equipos de PR incorporan softwares cada vez más completos para el análisis automático de los registros, pero la AASM sigue recomendando el análisis manual por un especialista cualificado.

### **7.4 Pautas de preparación previas a la prueba**

---

- No beber alcohol
- No tomar medicación relajante ni ansiolítico, excepto si se trata de un tratamiento crónico
- No tomar bebidas estimulantes (cola, té, café, bebidas energéticas, chocolate, etc.)
- No realizar siesta
- No realizar ejercicio físico horas antes de la prueba

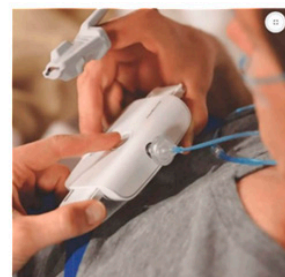
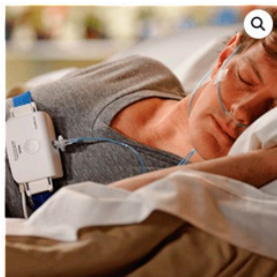
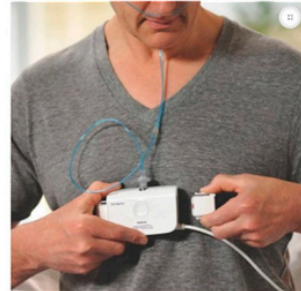
## 7.5 Recomendaciones para un uso correcto

- Dormir boca arriba o de lado
- Colocación de los sensores siempre encima del pijama o similar, nunca sobre el cuerpo desnudo
- Pueden ir al baño

## 7.6 Material

El material necesario para llevar a cabo la prueba en el domicilio es el siguiente:

- Bandas torácica y/o abdominal
- Dispositivo de registro
- Saturador de oxígeno
- Cánula nasal



## 7.7 Montaje

En primer lugar se coloca el polígrafo en medio del tórax sujetado con una banda. No es necesario apretar ningún botón, el dispositivo se enciende automáticamente, ya que se programa previamente.



Se colocan la banda torácica y/o abdominal conectando sus correspondientes clavijas en el dispositivo.



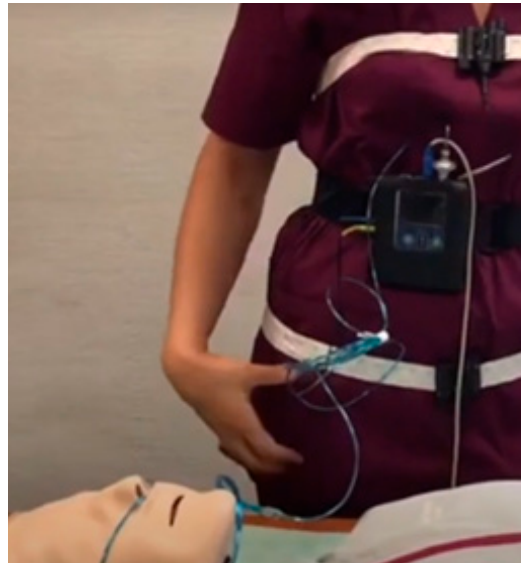
El sensor de saturación de oxígeno se coloca en un dedo de la mano, se sujeta con esparadrapo y se conecta el cable al polígrafo.





Por último se coloca la cánula en la nariz rodeando los pabellones auriculares y ajustándola al cuello.

Es importante que las puntas nasales de la cánula estén colocadas hacia abajo.



## 7.8 Informe:

---

- Tiempo total de registro en minutos
- IER: índice o número de eventos respiratorios por hora
- IAO: índice o número de apneas obstructivas por hora
- IAC: índice o número de apneas centrales por hora
- Total de eventos respiratorios
- CT90%: es el porcentaje del estudio que está la SatO2 por debajo del 90%
- ODI: índice o número de desaturaciones por hora
- SatO2 media en % del estudio
- SatO2 más baja % del estudio

## Ejemplo tipo informe poligrafía

Resumen							
IER	70.2	OAI	32.3	IAC	1.2	Lowest Desat	58

IER es el número de eventos respiratorios por hora IAO es el número de apneas obstructivas por hora de sueño. IAC es el número de apneas centrales por hora. Desat. inferior es el nivel más bajo de oxígeno en sangre que dura al menos 2 segundos.

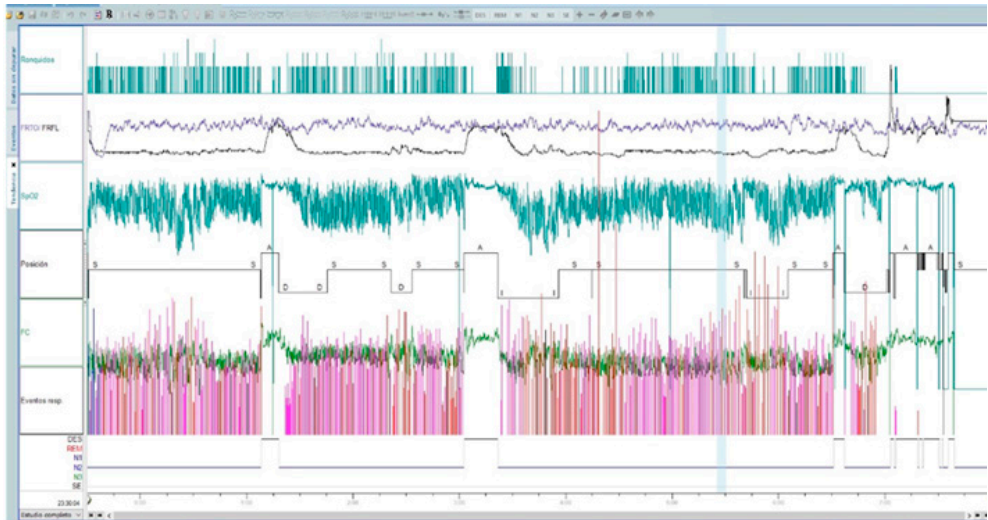


EVENTOS RESPIRATORIOS									
	Índice (n.º/hora)	N.º total de eventos	Duración media (s)	Duración máx. (s)	N.º de eventos por posición				
					Supino	Prono	Izquierda	Derecha	Arriba
Apneas centrales	1.2	9	27.5	55.5	8	0	0	1	0
Apneas obstructivas	32.3	240	35.1	142.5	168	0	39	32	1
Apneas mixtas	1.9	14	29.1	56.5	10	0	2	2	0
Hipopneas	34.8	258	36.4	60.0	205	0	16	36	1
Apneas + hipopneas	70.2	521	35.5	142.5	391	0	57	71	2
RERA	0.0	0	0.0	0.0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>70.2</b>	<b>521</b>	<b>35.5</b>	<b>142.5</b>	<b>391</b>	<b>0</b>	<b>57</b>	<b>71</b>	<b>2</b>
Tiempo en posición					321.3	0.5	59.1	64.1	64.9
IER en posición					73.2	0.0	58.0	66.7	92.3

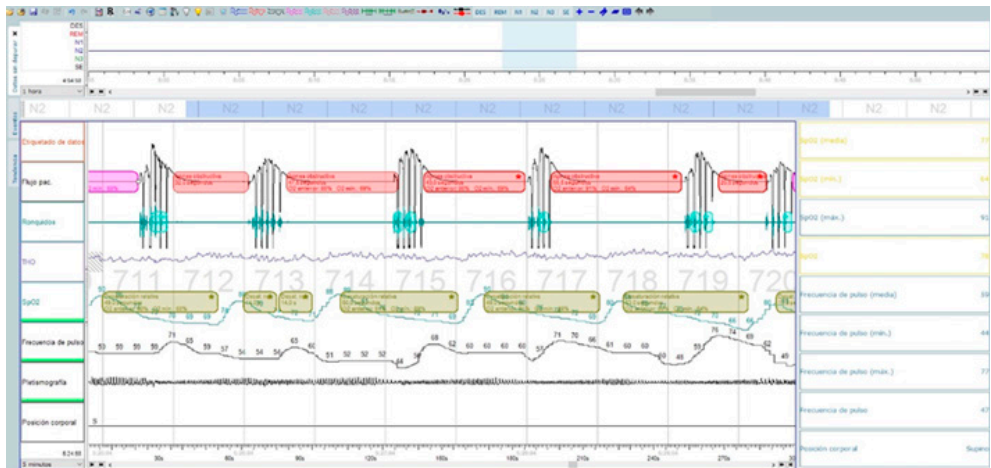
Resumen de oximetría		
	Dur. (min)	% TC
<90 %	379.6	74.4
<85 %	260.8	51.1
<80 %	176.2	34.6
<70 %	17.9	3.5
Dur. total (min) < 89		340.4 min
Media (%)		83
N.º total de desat.		583
Índice desat. (n.º/hora)		83.5
Desat. máx. (%)		29
Dur. máx. desat. (s)		70.0
% de SpO2 más baja durante el sueño		58
Duración de SpO2 mín. (s)		2
% de SpO2 más alta durante el sueño		95
Duración de SpO2 máxima(s)		29

Estadísticas de frecuencia cardíaca	
FC media durante el sueño	65.1 (LPM)
FC más alta durante el sueño	96 (LPM)
FC más alta durante TC	99 (LPM)
FC más baja durante el sueño	34 (LPM)
FC más baja durante TC	34 (LPM)

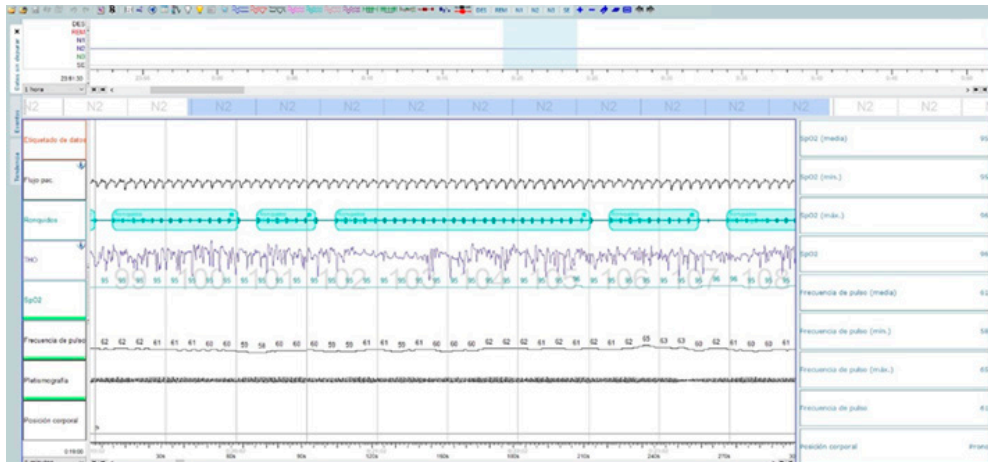
Resumen de ronquidos	
Episodios de ronquidos totales	548
Duración total con ronquidos	51.6 minutos
Duración media de ronquidos	5.7 segundos
Porcentaje de ronquidos	11.6 %



Poligrafía registro de 8 horas de sueño, mostrando abundantes apneas con marcada desaturación.



Registro de poligrafía en la que se observan abundantes apneas con marcada desaturación.



Registro de 5 min de señal ronquido, flujo nasal, esfuerzo respiratorio y FC.

## 8. Codificación de sueño del adulto

El sistema de codificación más conocido y utilizado actualmente es el de la AASM.

La codificación de los estadios de sueño consiste principalmente en diferenciar los estados de conciencia que presenta la persona: vigilia, sueño NREM (que engloba estadio N1, estadio N2 y estadio de sueño lento profundo, N3) y sueño REM.

La codificación del sueño se realizará con épocas de registro de 30 segundos. A cada época se le asignará una fase de sueño, cuando en una época coexisten más de un estadio de sueño, se asignará como el estadio presente en mayor proporción.

### **Monitorización de la macroestructura del sueño**

---

Los parámetros básicos para el estudio de la macroestructura del sueño, incluyen: el electroencefalograma (EEG), el electromiograma (EMG) del mentón y el electrooculograma (EOG).

#### **Actividad del electroencefalograma (EEG):**

Es el parámetro fundamental para estudiar el sueño. La colocación de los electrodos se realiza según el sistema 10-20. Los electrodos utilizados son de acero inoxidable, plata u oro; es recomendable utilizar electrodos del mismo metal en un registro para evitar artefactos. El número de colocación de electrodos dependerá, principalmente, del sistema de codificación que escogamos, o bien, del tipo de patología que se desee estudiar. Actualmente existen dos montajes. El más antiguo, es el de Rechtschaffen y Kales en el que únicamente se utilizaban 2 derivaciones (C3-A2 y C4-A1). La última actualización sobre la codificación, realizada por la sociedad americana del sueño (AASM), aconseja que, además, de los electrodos centrales, se añadan electrodos occipitales para una mejor lectura de la vigilia y los microdespertares y electrodos frontales para una mejor lectura del sueño lento profundo. Los montajes propuestos son; F3- M2, F4-M1, C3-M2, C4-M1, O1-M2, O2-M1 o bien Fz-Cz, Cz-Oz, C4-M1 con electrodos de reserva como Fz, C3, O1 y M2.

La señal EEG permite ir identificando la actividad cerebral de base (vigilia y sueño) y los diferentes grafoelementos que se suceden durante el sueño, como las puntas de vértex, los complejos K, los husos del sueño, las ondas delta y las ondas en dientes de sierra, útiles para la clasificación de los diferentes estadios de sueño.

Es importante recordar que para obtener una buena señal EEG es preciso disponer de una buena toma de tierra que haga desaparecer los artefactos del registro. Además de la toma de tierra del equipo, es importante contar con una toma de tierra propia del paciente, que se suele colocar en algún lugar de la línea media cefálica.

### **Actividad del electrooculograma (EOG):**

Se utiliza para registrar el movimiento ocular tanto vertical como horizontal. Es posible recoger la actividad ocular ya que el ojo funciona como una pila, con una polaridad negativa situada en la retina y una polaridad positiva situada en la córnea, lo que permite que su movimiento genere cambios de potencial eléctrico. Para su registro se realizará a través de la colocación de un electrodo en ojo derecho a un centímetro lateral y a un centímetro por encima del canto del ojo, mientras que el ojo izquierdo se colocará un centímetro lateral y un centímetro por debajo del canto del ojo. Ambos electrodos irán referidos a un mismo electrodo de referencia de oreja o mastoides.

La señal EOG permite reconocer los movimientos de parpadeo propios de la vigilia, movimientos oculares rápidos tanto de la vigilia como del sueño REM (movimiento ocular rápido) y movimientos oculares lentos propios del sueño NREM (no movimiento ocular rápido)

### **Actividad electromiográfica (EMG):**

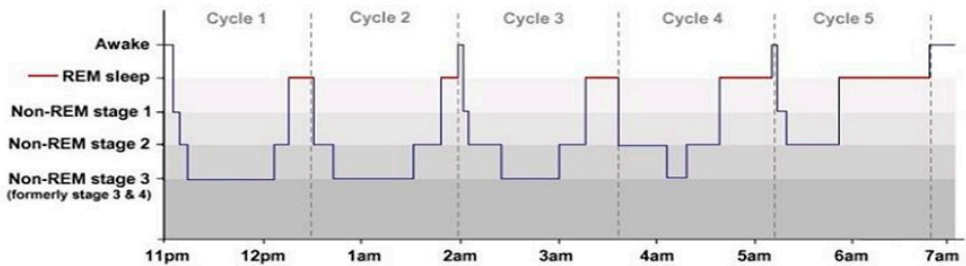
Valora los cambios de la actividad tónica y fásica de los músculos. Se recomienda el registro de los músculos mentonianos. Se realiza mediante la colocación de 3 electrodos equidistantes (2-3 cm). La derivación a utilizar es cualquier combinación de los 3 electrodos.

Con estos parámetros nos permite, según las últimas normas de codificación de los estadios de sueño, realizar un análisis de la arquitectura del sueño con sus diferentes fases, el número de ciclos, la latencia de sueño, la latencia de sueño REM, y la eficiencia de sueño, entre otros.

## Hipnograma

Es la representación temporal de los distintos estadios de sueño durante el registro. En las abscisas se distribuyen las horas del registro y en las ordenadas los diferentes estadios de sueño.

El hipnograma permite una visión global del conjunto del registro y la distribución de la vigilia y los distintos estadios de sueño.



El sueño nocturno normal comprende de 4-5 ciclos por noche, cada ciclo comprende un sueño NREM (agrupa a los estadios de sueño N1, N2, N3) y un REM, que se repiten de forma consecutiva y ordenada. Cada ciclo de sueño en el adulto tiene una duración aproximada de 90 minutos. En los ciclos se suelen suceder los diferentes estadios de sueño de una manera ordenada (N1, N2, N3 y REM). El hipnograma muestra la recurrencia periódica de los ciclos de sueño y la composición normal de los ciclos de sueño. El sueño lento profundo (N3) es mayor durante la primera mitad de la noche y esta proporción va disminuyendo a expensas de un aumento del sueño lento superficial (N1-N2). En cambio el sueño REM que es de menor duración durante el primer ciclo, va aumentando en duración del primer al último ciclo. En resumen el sueño lento profundo domina durante la primera mitad de la noche y el sueño REM durante la segunda mitad.

Por lo tanto, el hipnograma permite ver la distribución del número de ciclos de sueño y la organización de las fases del sueño a lo largo del registro.

## Codificación:

---

### Estadio Vigilia (W)

Se estadia la vigilia cuando más del 50% de la época presenta ritmo alfa sobre las regiones occipitales.

La actividad **alfa** son ondas sinusoidales con frecuencias entre 8 Hz- 12 Khz con máxima expresión en regiones occipitales bilaterales que forman el ritmo dominante posterior característico del estadio de vigilia. Se bloquea con la apertura de los ojos y con el pensamiento y desaparece al entrar en sueño.

Es sincrónico y simétrico sobre ambos hemisferios cerebrales y es más pronunciado con ojos cerrados, atenuando su amplitud o incluso bloqueándose al abrir los ojos.

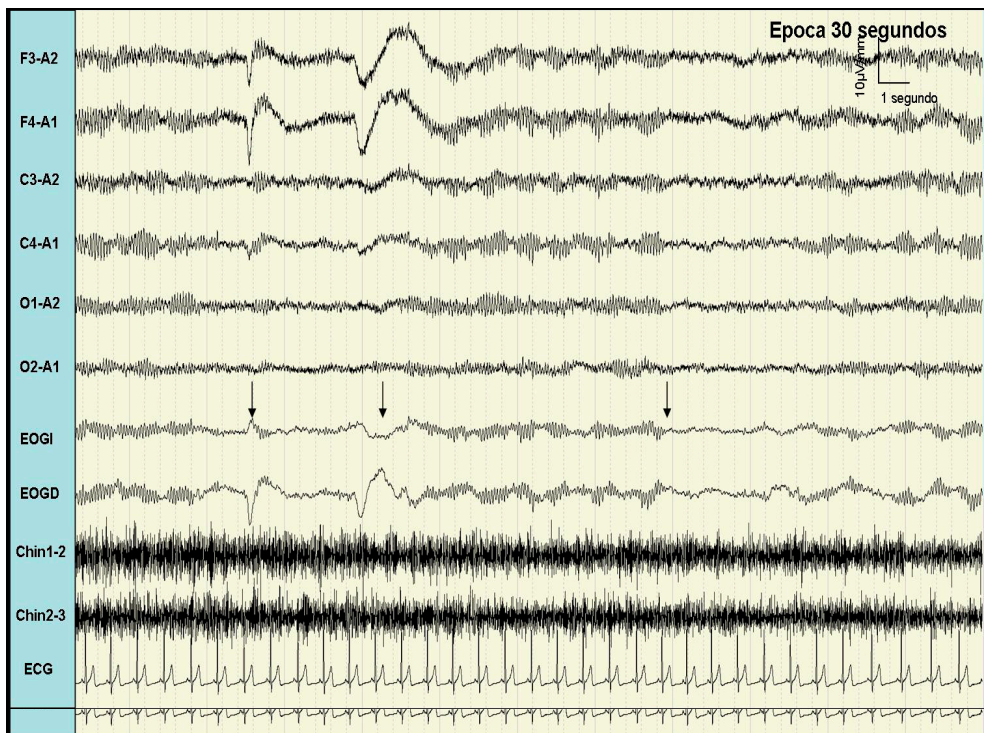
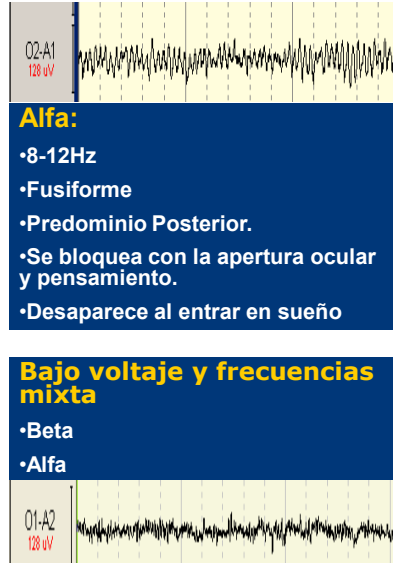
En el EEG, se pueden distinguir entre vigilia tranquila, cuando tenemos los ojos cerrados, apareciendo actividad alfa; y vigilia activa, cuando tenemos los ojos abiertos, apareciendo frecuencias de bajo voltaje y frecuencias mixtas.

En el EOG se puede ver movimiento de parpadeo y movimiento rápido de ojos.

En el EMG hay una actividad tónica de alto voltaje de mayor amplitud que en las fases de sueño.

# ESTADIO VIGILIA (W)

- **EEG**
  - Ojos cerrados (vigilia tranquila):
    - Alfa
  - Ojos abiertos (vigilia activa):
    - Bajo voltaje y frecuencias mixtas
  - Los que no tienen alfa (10%) se estadiará con los MO y la EMG.
- **EOG**
  - Control voluntario.
  - MOR irregulares
- **EMG**
  - Actividad tónica de alto voltaje



## FASE - N1

Es la fase de transición entre la vigilia y el sueño.

Se estadiará N1 en pacientes que generan ritmo alfa, cuando esté atenuado y reemplazado por una actividad de frecuencias mixtas de baja amplitud en más del 50% de la época.

Se estadiará N1 en pacientes que **no generan** ritmo alfa cuando se observen uno de estos casos: - Cuando haya una lentificación de las frecuencias theta (4-7 Hz) de la actividad de fondo 1 Hz o más de las frecuencias de vigilia.

- Ondas agudas de vértex.
- Movimientos oculares lentos.

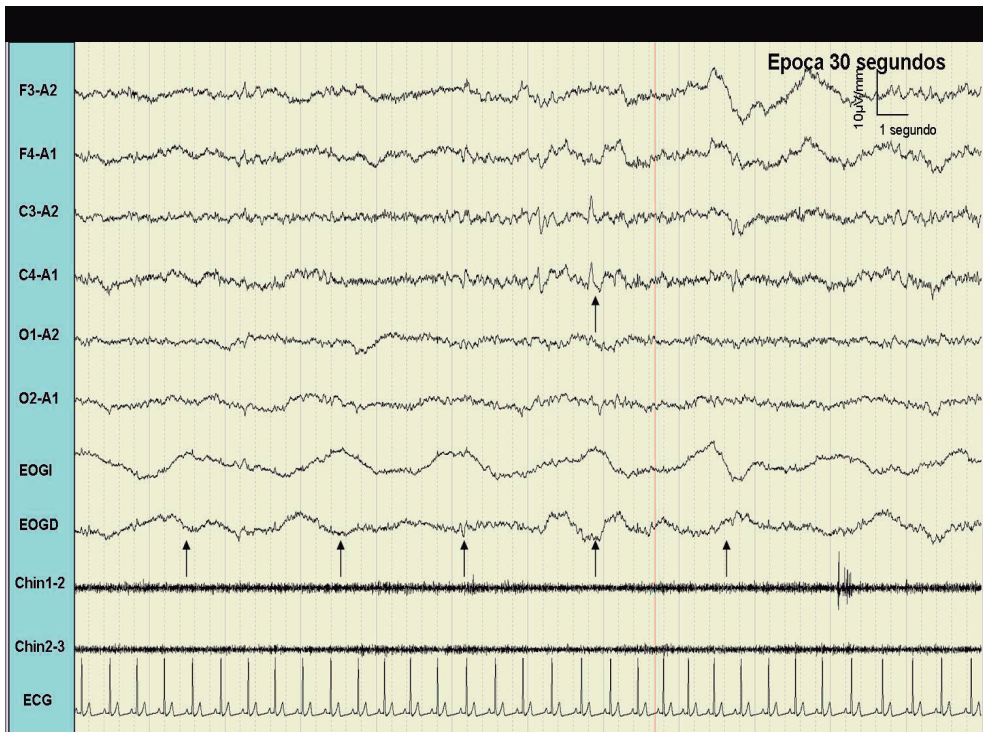
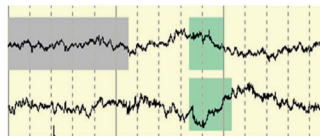
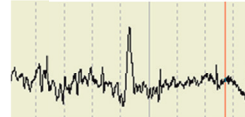
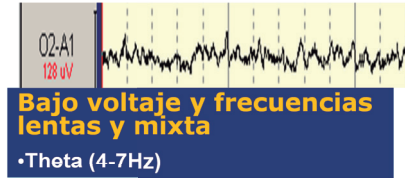
La fase N1 se caracteriza por una actividad en el EEG con una proporción predominante de ritmos theta (4-7 Hz) que reemplazan la actividad alfa del estadio de vigilia y por la presencia de ondas agudas de vértex que son ondas de perfil agudo con duración  $\leq 0,5$  segundos, con expresión máxima sobre regiones centrales y distinguibles de la actividad de fondo.

En el EOG se pueden ver movimientos oculares lentos.

En el EMG se puede observar una disminución de la actividad tónica con respecto a la vigilia.

## ESTADIO N1 (NREM1)

- **EEG**
  - Caída de la actividad alfa de más del 50% de la época y sustituida por actividad de bajo voltaje, mezcla de frecuencias theta(4-7Hz)
  - Puntas vertex
- **EOG**
  - MOL
  - Son el mejor indicador de inicio de sueño
- **EMG**
  - Actividad tónica disminuida respecto de vigilia
  - variable



## **FASE - N2**

### **Comienzo de la fase N2:**

Se estadiará N2 cuando durante la primera mitad de la época o la última mitad de la época precedente aparezcan uno o más complejos K no asociado a arousal o uno o más spindles.

Complejo K: es una onda negativa seguida de una positiva con una duración  $\geq 0,5$  segundos, normalmente con máxima amplitud en regiones frontales.

Spindles o husos de sueño: es un tren de ondas distintas, con frecuencias de 11-16 Hz (la mayor parte de 12-14 Hz), con una duración  $\geq 0,5$  segundos, normalmente con máxima amplitud en regiones centrales.

### **Continuación de la fase N2:**

Se continúa en N2 las épocas con actividad EEG con frecuencias mixtas de baja amplitud sin complejos K o spindles si están precedidas por épocas con complejos K no asociados a arousals (para que un arousal esté asociado a un complejo K debe comenzar en un tiempo no superior a 1 segundo tras la terminación del complejo K).

### **Finalización de la fase N2:**

La finalización del estadio N2 de sueño sucede cuando ocurre uno de los siguientes eventos:

- Transición a estadio vigilia
- Un arousal (cambiar a estadio N1 hasta que aparezca un complejo K o un spindel de sueño)
- Un movimiento corporal mayor seguido por movimientos lentos oculares y frecuencias EEG mixtas de bajo voltaje, sin complejos K no asociado con un arousal y/o un spindel de sueño (estadiar como fase 1 y si no hay movimientos lentos oculares estadiar como N2).
- Transición a estadio N3:
- Transición a estadio REM

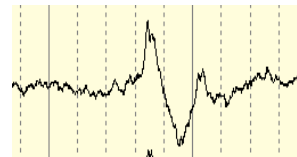
La fase N2 se caracteriza por un actividad en el EEG de frecuencias Theta ( $\geq 4$  Hz y  $\leq 7$  Hz) mezclada con escasas frecuencias alfa ( $\geq 8$  Hz y  $\leq 13$  Hz) en más del 50% + complejos K (no asociados con arousals) y/o spindles (en la primera  $\frac{1}{2}$  parte de la época o la segunda  $\frac{1}{2}$  parte de la época anterior).

En el EOG se pueden ver ocasionalmente movimientos oculares lentos continuos.

En el EMG se puede observar un tono muscular bajo.

## ESTADIO N2 (NREM2)

- **EEG**
  - Actividad basal de bajo voltaje y frecuencias mixtas lentas
  - Complejos k
  - Husos de sueño
- **EOG**
  - Ocasionales MOL
- **EMG**
  - Actividad disminuída de bajo voltaje

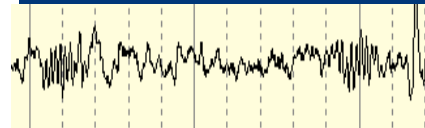


### • Complejos k.

- onda negativa seguida de positivo.
- 0.5-1seg
- Predominio frontal
- Sin asociarse a arousal

### • Spindles o Husos de sueño

- 12-14hz (11-16Hz)
- $\geq 0.5$ seg
- Predominio central



## FASE - N3

Se estadia N3 cuando el 20% o más de una época contienen actividad de ondas lentas delta.

La actividad delta son ondas de baja frecuencia, de 0,5 a 2 Hz, sincrónicas, de elevada amplitud superior a  $75\mu\text{V}$  y con predominio frontal.

Pueden persistir los spindles.

Suele ser más frecuente en la primera mitad del periodo de sueño.

Tiende a disminuir con la edad.

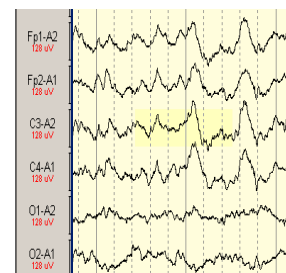
La fase N3 se caracteriza por una actividad en el EEG de frecuencias delta ( $\geq 0,5$  a 2 Hz) que ocupan más del 20% de la época.

En el EOG: no se observan movimientos oculares y puede reflejar difusión del EEG en áreas frontales.

En el EMG se observa un tono muscular de baja o muy baja amplitud.

## ESTADIO N3 (NREM 3)

- **EEG**  
Se estadia N3 cuando el 20% o mas de una época contenga ondas delta.  
Pueden persistir los husos de sueño
- **EOG**  
Ninguno  
Difusión EEG
- **EMG**  
Actividad disminuida de bajo voltaje (<N2)



### Ondas delta

- Baja frecuencia -0.5-2hz
- Elevada amplitud ( $>75\mu\text{V}$ )
- Predominio en frontal

## FASE REM

Se estadia REM cuando:

En épocas entre un estadio N2 y un estadio REM, debe codificarse REM antes de que aparezcan los movimientos oculares rápidos cuando disminuya o baje significativamente el tono muscular y no haya spindles o complejos K no asociados a arousals.

Se continúa en REM en ausencia de movimientos oculares rápidos siempre que el tono muscular sea muy bajo y no cambie la actividad mixta de frecuencias theta entremezclada con frecuencias alfa de baja amplitud, sin complejos K ni spindles.

El estadio REM finaliza cuando se cumpla una o más de las siguientes condiciones:

Transición al estadio N3 o estadio w.

- Incremento del tono muscular, codificando como N1.
- Cuando aparece en el EEG un arousal o un movimiento corporal mayor, se codifica fase N1 si se acompaña de movimiento ocular lento; o se sigue en REM si no existe movimiento ocular lento y el tono muscular permanece bajo.
- Si entre una época estadiada como N2 y otra estadiada como REM, existe una época con un tono muscular muy bajo (como en REM) se debe codificar como estadio REM si hay ausencia de complejos K y spindles.

Si entre una época estadiada como N2 y otra estadiada como REM existe una época con un tono muscular muy bajo se debe codificar N2 si hay un complejo K no asociado a arousal o spindles o si hay ausencia de movimientos oculares rápidos.

La fase REM se caracteriza por una actividad en el EEG con frecuencias mixtas desincronizadas de baja amplitud, theta (4-7Hz) mezclada con actividad alfa de 1 Hz de frecuencia menor al ritmo alfa dominante característico del estadio W.

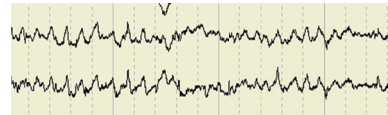
También pueden aparecer dientes de sierra que son trenes de ondas de perfil agudo o triangular, a menudo de 2-6Hz de frecuencia y máxima amplitud en regiones centrales, y a menudo, pero no siempre, precedidas de un brote de movimientos oculares rápidos.

En el EOG se observan movimientos oculares rápidos.

En el EMG se observa un tono muscular muy bajo, aunque puede aparecer actividad muscular transitoria o Twitches que son brotes irregulares cortos de actividad EMG usualmente con una duración inferior a 0,25 segundos, superpuestos sobre un tono muscular bajo. La actividad es máxima en asociación con los movimientos oculares rápidos.

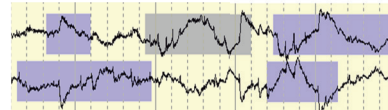
# ESTADIO REM

- EEG
  - Bajo voltaje y mezcla de frecuencias lentas y rápidas
  - Dientes de sierra
- EOG
  - MOR
- EMG
  - Mayor disminución EMG
  - actividad muscular transitoria /Twitches



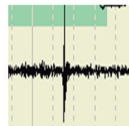
**Dientes de sierra:**

- Trenes de ondas agudas(2-6Hz)
- Predominio central



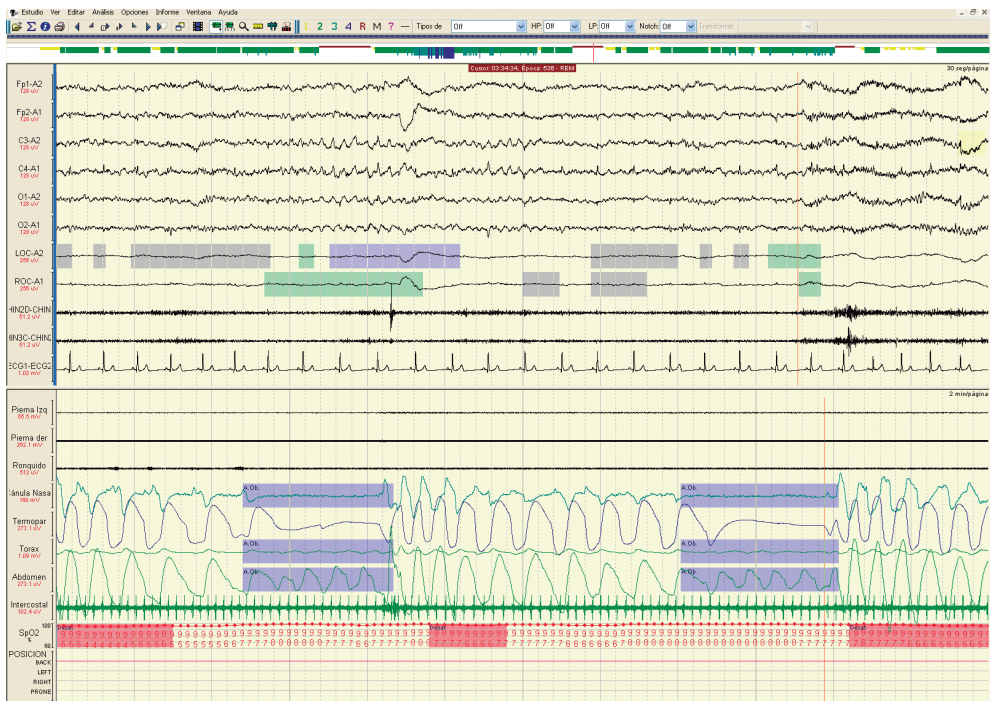
**Movimientos oculares rápidos (MOR):**

- Conjugados
- Irregulares
- Inicio <500ms



**Actividad muscular transitoria:**

- Brotos de EMG
- <250ms





## 9. Codificación del sueño en los niños

El sueño es un proceso cambiante que evoluciona con la edad. Es por este motivo que sobre todo en la edad pediátrica deben aplicarse unos criterios en la codificación diferentes a los definidos para los adultos.

Se diferencia:

- Recién nacido a término (RNAT) menor de dos meses
- RNAT mayor de dos meses

### La monitorización del sueño

Los parámetros básicos para el estudio de la macroestructura del sueño, incluyen: el electroencefalograma (EEG), el electromiograma (EMG) del mentón y el electrooculograma (EOG). Al igual que en los adultos.

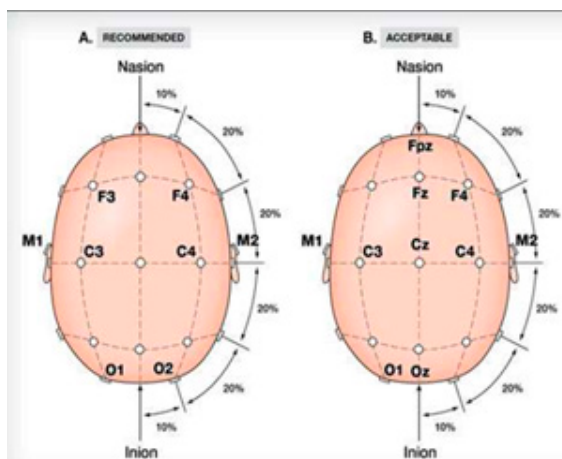
#### EEG:

El Montaje recomendado:

- F4-M1
- C4-M1
- O2-M1

El Montaje aceptable:

- Fz-Cz
- Cz-Oz
- C4-M1

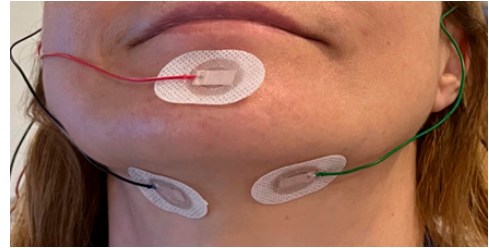


**EOG:**

La única diferencia con respecto al adulto es la distancia del electrodo, que en este caso será de 0,5 cm

**EMG:**

La única diferencia con respecto al adulto es la distancia del electrodo, que en este caso será de 1 cm



## **Codificación en el recién nacido menor de 2 meses:**

---

**Vigilia:**

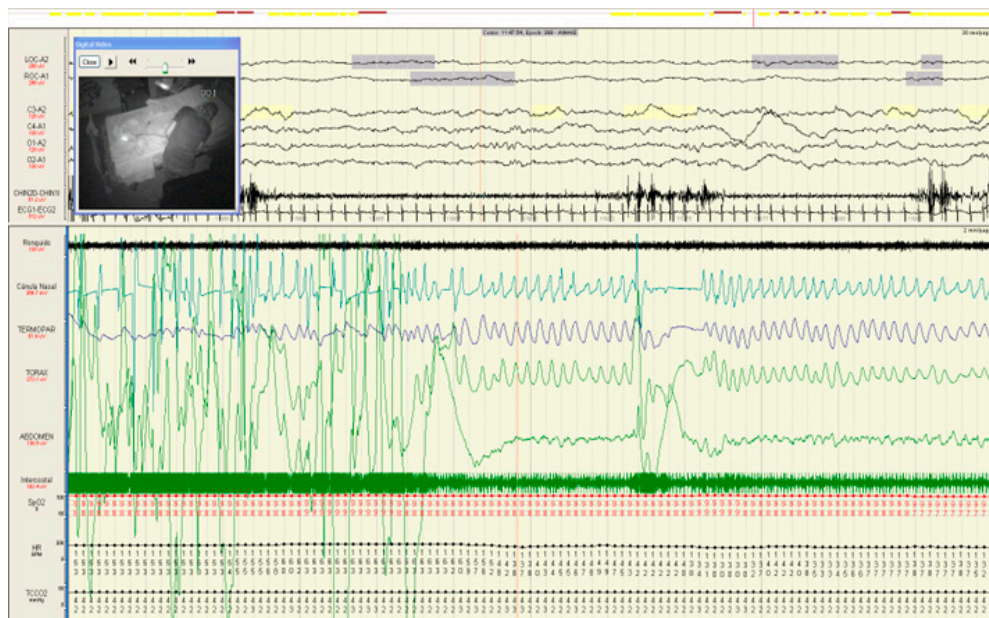
Dependiendo de la actividad motora se distingue entre:

- Vigilia activa, ojos abiertos, movimientos de tronco, cuello y extremidades
- Vigilia tranquila, ojos abiertos, inactividad motora

EEG: se observa actividad Theta de bajo voltaje

EOG: se observan movimientos oculares irregulares

EMG: se observa actividad muscular irregular

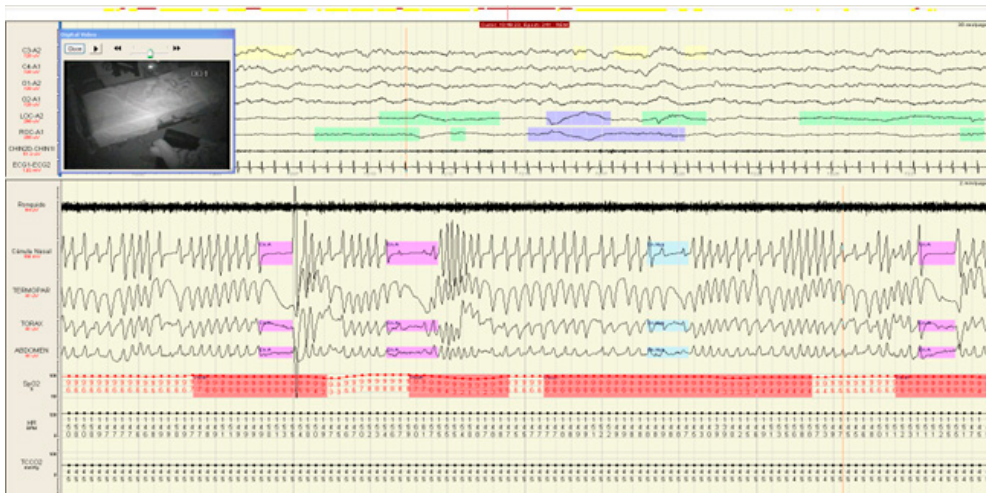


## Sueño Activo - REM:

Se considera un estado de bastante actividad cuando el recién nacido está con los ojos cerrados

Debe observarse:

- Actividad motora: Sonreír, fruncir el ceño, hacer muecas, succionar, y en la extremidades puede hacer pequeños movimientos distales
- EEG: un patrón irregular de bajo voltaje, patrón mixto y raramente un patrón lento
- EOG: Se pueden ver movimientos oculares rápidos
- EMG: Es de muy baja amplitud
- La Respiración: Es irregular

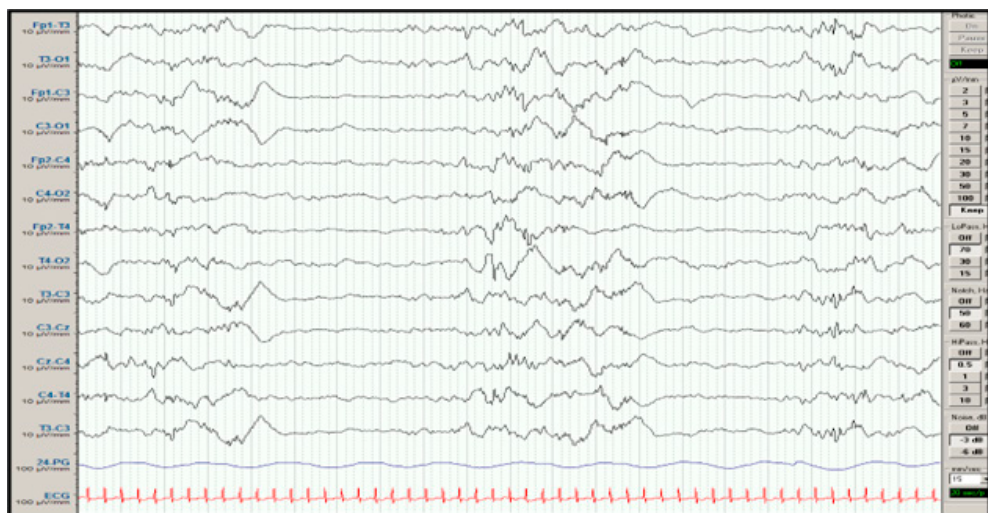
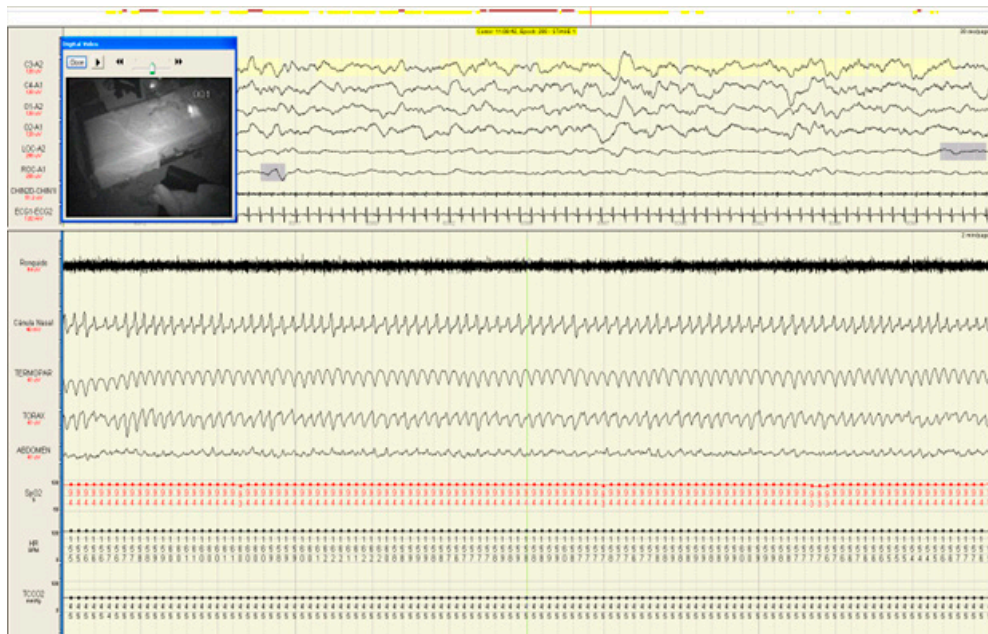


## Sueño tranquilo – NREM

En este estado el recién nacido permanece totalmente quieto (a excepción de algún sobresalto o movimiento brusco), con los ojos cerrados y una actividad fisiológica muy regular

Se aprecia:

- EEG:
  - Patrón lento de alto voltaje Actividad continua de ondas lentas (0,5-4Hz) de gran voltaje (50-150 $\mu$ V) de aspecto rítmico
  - Patrón de “tracé alternant” Alternancia de brotes de alto voltaje de ondas lentas (0,5-3Hz) con una duración 3-8 segundos, en los que se superponen frecuencias rápidas de bajo voltaje con ondas agudas de 2-4Hz, que alternan con periodos de 4-8 segundos de actividad mixta de bajo voltaje
- EOG: No se observan movimientos oculares rápidos
- EMG: Se observa actividad muscular aumentada
- Respiración: es regular



## Sueño Indeterminado

Ciertas épocas a veces cumplen el criterio tanto de sueño activo como de sueño tranquilo de forma simultánea. Este fenómeno ocurre sobretodo en el inicio del sueño, en los cambios de estadio o en los microdespertares del recién nacido a término

## **Codificación en el RNAT mayor de 2 meses:**

---

A lo largo del ciclo vital se producen modificaciones notables en el patrón del sueño y su estructura. A continuación se detallan las características para codificar las fases de sueño por grupos de edad.

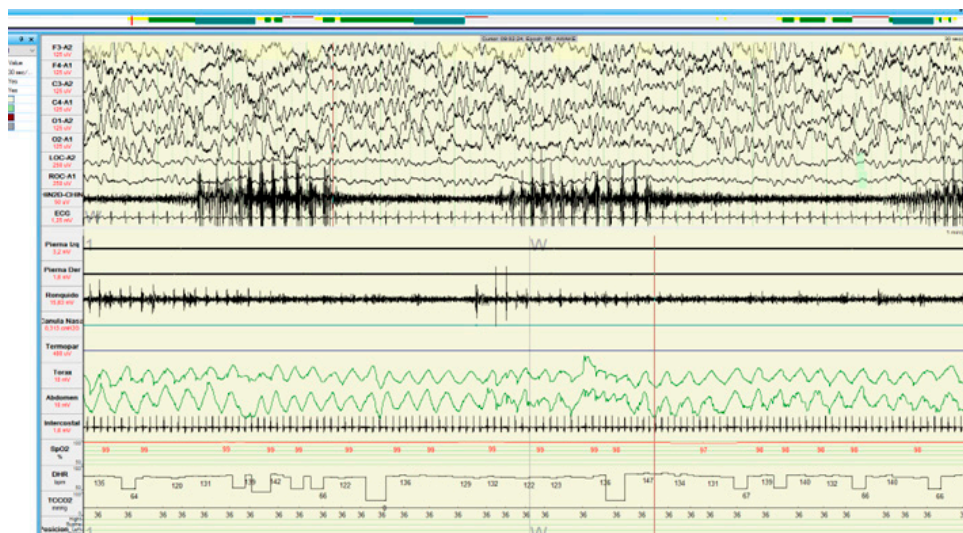
A partir de los dos meses se pueden reconocer las diferentes fases de sueño.

Se observa:

- EEG: Es de mayor voltaje
- Utilizaremos la terminología igual que el adulto: vigilia, estadio N1, N2, N3, REM y NREM
- La respiración nos servirá para diferenciar el sueño NREM del REM
- Ritmo dominante posterior
  - 3 - 4 meses ..... 3.5-4.5Hz
  - 5 - 6 meses ..... 5-6HZ
  - > 3 años ..... 7.5-9.5HZ; amplitud >50  $\mu$ V
  - >9 años ..... 9HZ
  - >15 años..... 10Hz

### **Vigilia:**

- >50% ritmo dominante posterior o ritmo alfa
- Si no se identifica el ritmo dominante posterior o ritmo alfa
  - Parpadeo ocular
  - Movimientos de lectura
  - Movimientos oculares rápidos conjugados, irregulares asociados a un elevado tono submentoniana



### Niño de 8 meses Vigilia

#### Fase – N1

La fase N1 se caracteriza por una actividad en el EEG:

- De bajo voltaje y mezcla de frecuencias
- Ondas agudas de vértex
- Hipersincronía hipnagógica (que consiste en ondas lentas generalizadas, paroxísticas, sincrónicas y simétricas, de altos voltajes, cuya duración es de 2-8 segundos, que se presentan en la somnolencia y el estadio I)
- Theta anterior

En el EOG, se observan Movimientos oculares lentos

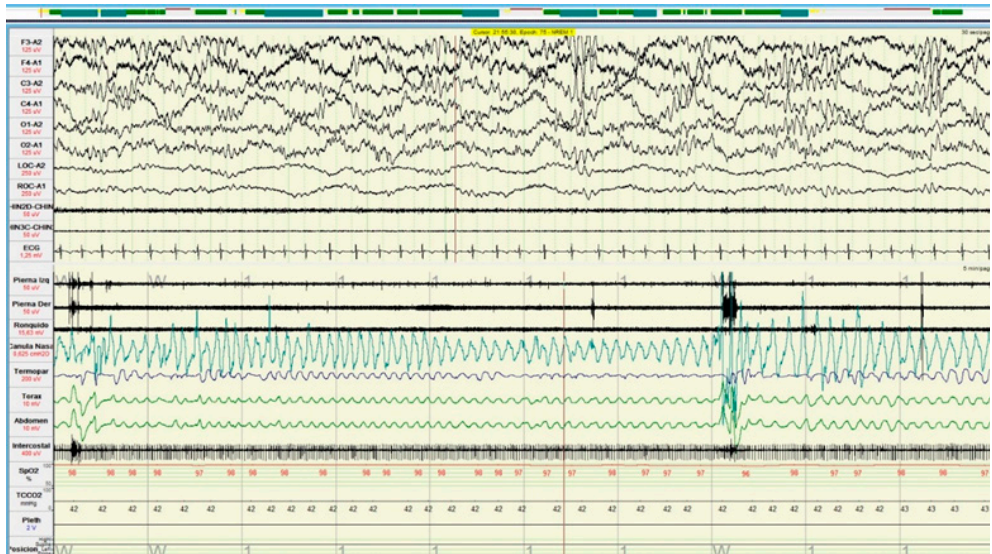
En el EMG, se observa Actividad muscular menor que en la vigilia

La Respiración es regular

Se codifica como estadio de fase N1 si:

- El ritmo dominante posterior o ritmo alfa se atenúa o es sustituido por frecuencias mixtas de baja amplitud en más de un 50% de la época

- Si no se identifica el ritmo dominante posterior se aprecia la lentificación de las frecuencias del EEG de base que tiene que ser como mínimo de 1 a 2 Hz inferiores a las de vigilia. Así se pueden observar las diferentes características de la fase N-1 que nombramos anteriormente.



**N1**

## Fase – N2

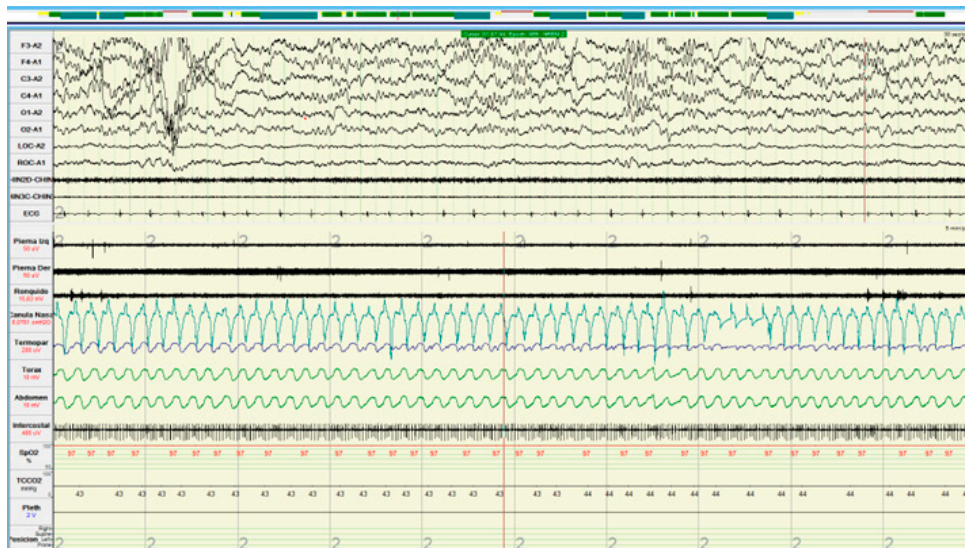
La fase N2 se caracteriza por una actividad en el EEG:

- Husos de sueño, que aparecen a las 8-9 semanas en la región central con frecuencias de 12 a 14 Hz asincrónicos.
- Complejos K, que aparecen de los 5 a los 6 meses en la región frontal y prefrontal

EOG, se observan movimientos oculares lentos

EMG, se aprecia tono muscular bajo

La respiración tendrá un ritmo regular



**N2**

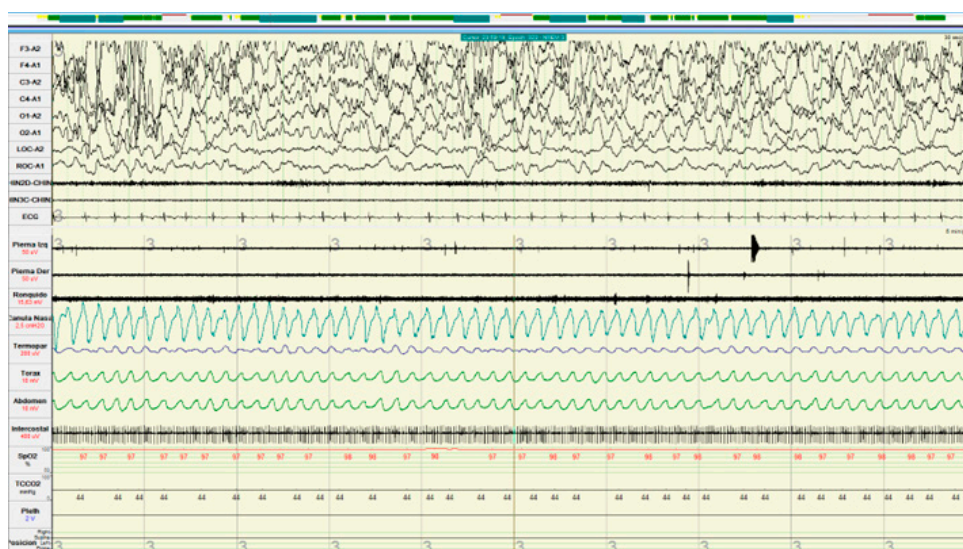
## Fase – N3

La fase N3 se caracteriza por una actividad en el EEG de ondas lentas de baja frecuencia, 0,5 a 2 Hz, con una amplitud elevada de 100 a 400  $\mu\text{V}$

EOG, no se observan movimientos oculares

EMG, se observa tono muscular de bajo voltaje

La respiración es regular



**N3**



# 10. Eventos Respiratorios

## Introducción

El sueño comporta marcados cambios en la fisiología respiratoria, los cuales pueden determinar o empeorar algunas entidades patológicas. Por ello es importante la correcta monitorización y codificación de los eventos respiratorios, para poder hacer un buen diagnóstico.

## Secuencia de los eventos respiratorios:

### El Inicio del Evento:

Desde el momento que se ve claramente una disminución de la respiración con respecto a la anterior. (línea de base). Se aprecia en el **flujo** (cánula / termopar)

### El Nudo del Evento:

Es el esfuerzo respiratorio y la desaturación

### El Desenlace del Evento

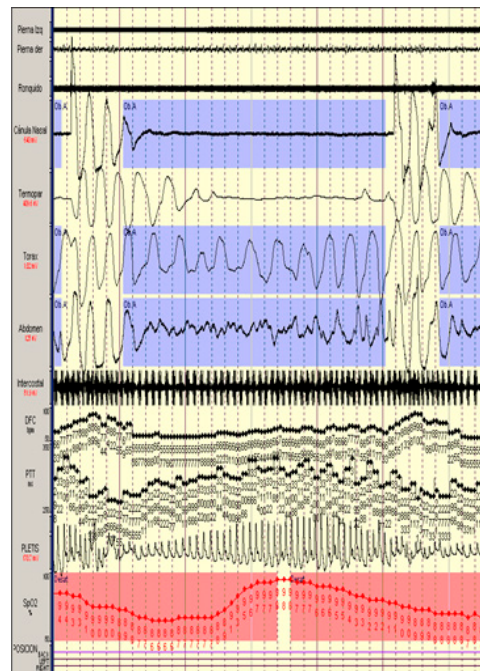
Es cuando la respiración se aproxima a la línea de base.

#### A. Microdespertar

- Cortical
- Autonómico

#### B. Resaturación

- Hiperventilación



Cuando la respiración es muy irregular

A. Hiperpnea.

B. Desaturación con resaturación de al menos 2% asociada al evento

### Microdespertar o Arousal

Son cambios bruscos en la actividad del sistema nervioso **central** y **periférico**.

Se aprecia un cambio de frecuencias en la actividad del Electroencefalograma (EEG) aumentando la frecuencia cardiaca y modificándose el patrón respiratorio.

Existen dos tipos de Arousals el **Cortical** y el **Autonómico**

#### Cortical:

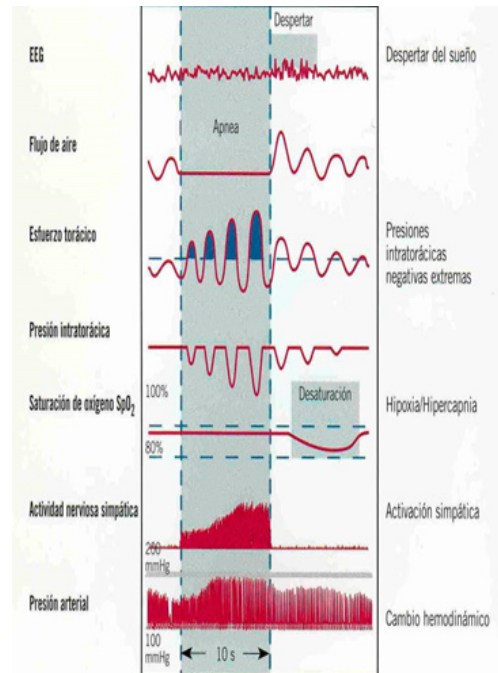
Es un cambio brusco de frecuencias de la actividad EEG se verá en cualquier estadio de sueño y podremos ver ondas:

- Theta
- Alpha
- Beta >16Hz (pero no spindles)

De una duración de 3s a 10 segundos

En la Electromiografía (EMG) en fases de sueño NREM. puede ir asociado o no a un aumento de EMG y en fase REM es obligatorio ir acompañado de un aumento evidente de EMG, durante al menos 1 segundo de duración.

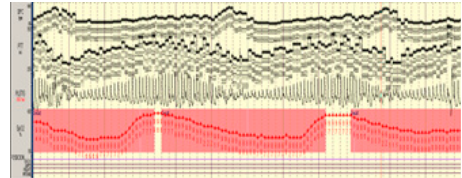
Si sólo aumenta la amplitud del EMG no cuenta como arousal.



## Autonómico:

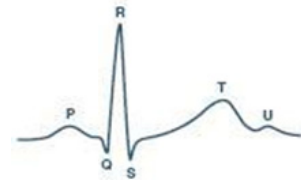
Hay que centrar la atención en la frecuencia cardíaca (FC) en la onda pletismográfica (PWA) y en el tiempo de tránsito de pulso (PTT).

En el **ECG**, se observa un aumento de la frecuencia Cardíaca > 4-8 latidos por minuto.

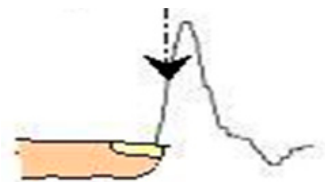


En la **Onda Pletismográfica (PWA)** que se recoge a través del pulsioxímetro vemos que la amplitud de la onda disminuye un 50% de la amplitud durante el arousal.

En el **Tiempo de Tránsito de Pulso (PTT)**, es el tiempo que tarda la onda de presión arterial en viajar desde la válvula aórtica (onda R) hasta la periferia. Es el marcador de la actividad autonómica en el momento del Arousal.



También es un marcador del esfuerzo respiratorio que ayuda a discriminar de los eventos obstructivos de los centrales. A mayor esfuerzo respiratorio, mayor concordancia con la PTT.



## Tipos de eventos respiratorios

### 1. Según el flujo (amplitud):

- Apnea.
- Hipoapnea:

### 2. Según el esfuerzo respiratorio:

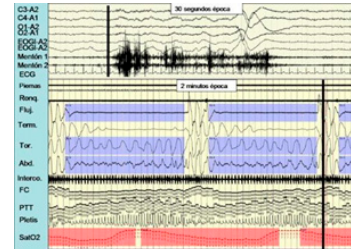
- Obstructivo:
- Central:
- Mixto:

### 3. Esfuerzos Respiratorios asociados a microdespertares (ERAM)

## Criterios para la codificación de los eventos respiratorios

### APNEA

Ausencia o reducción  $\geq 90\%$  de la amplitud del flujo respiratorio (señal del termopar, transductor de presión o neumotacógrafo en la CPAP). De una duración de  $\geq 10$  segundos de duración

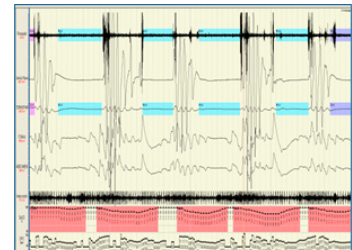


### APNEA OBSTRUCTIVA

Ausencia o reducción  $\geq 90\%$  de la señal respiratoria de  $\geq 10$  segundos de duración en presencia de esfuerzo respiratorio detectado por la banda toraco-abdominal.

### APNEA CENTRAL

Ausencia o reducción de  $\geq 90\%$  de la señal respiratoria de  $\geq 10$  segundos de duración en ausencia de esfuerzo respiratorio detectado por las bandas toraco-abdominales.

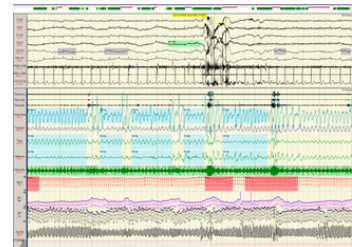
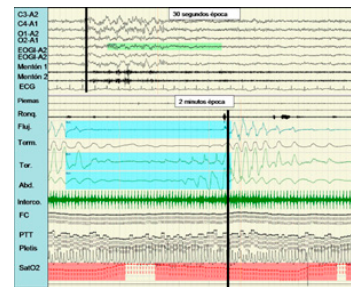


### APNEA MIXTA

Es un evento respiratorio que normalmente comienza con un componente central y termina en un componente obstructivo

### HIPOPNEA

Reducción de amplitud de la señal respiratoria ( $> 30\%$  y  $< 90\%$ ) de  $\geq 10$  segundos de duración que se detecta en cánula nasal y termistor y que se acompaña de una desaturación  $\geq 3\%$  y/o un microdespertar reflejada en el EEG.



## HIPOAPNEA OBSTRUCTIVA

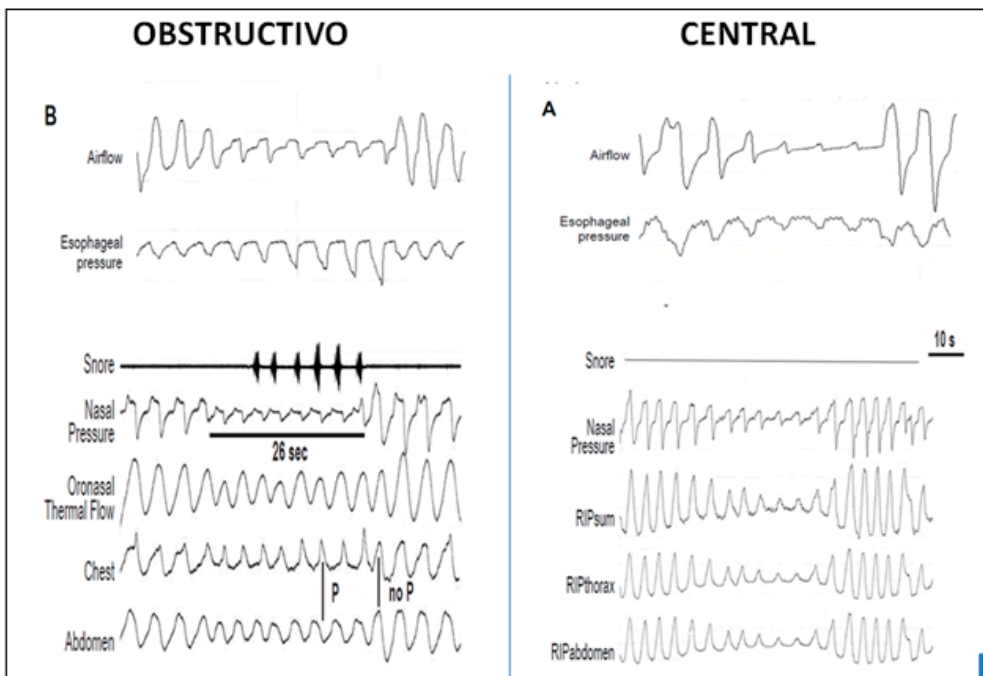
Se acompaña de esfuerzo respiratorio y observamos:

- Ronquido
- Limitación de flujo
- Respiración paradójica
- Aumento de EMG intercostales
- Oscilaciones en la pletismografía (PTT)

## HIPOAPNEA CENTRAL

No hay esfuerzo respiratorio y **No** se observa:

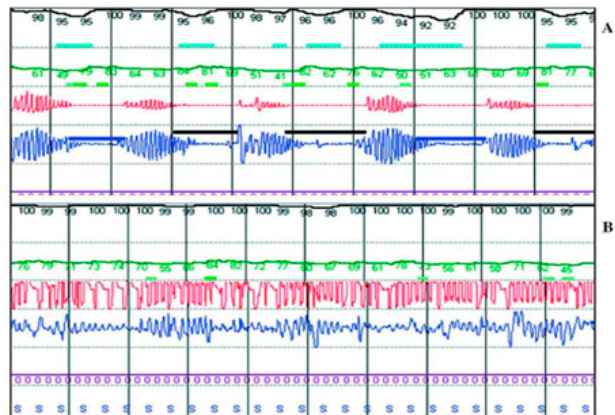
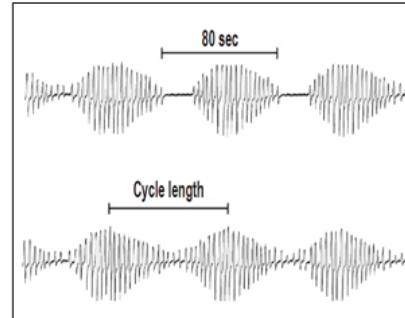
- Ronquido
- Limitación de flujo
- Respiración paradójica
- Aumento de EMG intercostales
- Oscilaciones en el tiempo de tránsito del pulso (PTT)



## Respiración CHEYNE-STOKES

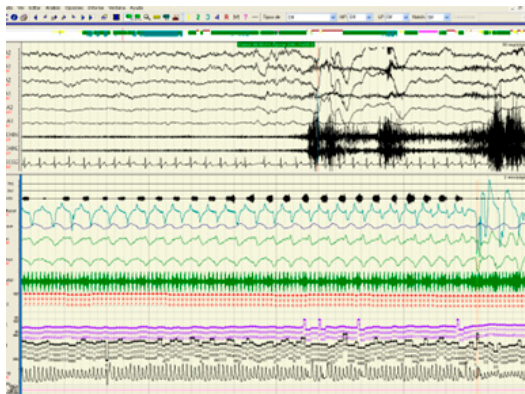
Patrón respiratorio constituido por  $\geq 3$  ciclos apneas e hipopneas centrales con una morfología creciente-decreciente con una duración de cada ciclo  $\geq$  a 40 seg. un mínimo de 10 minutos.

IAH central  $\geq 5$  con patrón crescendo de-  
crescendo  $\geq 2$  horas de monitorización



## ESFUERZO RESPIRATORIO ASOCIADA A MICRODESPERTAR (ERAM)

Periodo de al menos 10 segundos de incremento progresivo del esfuerzo respiratorio que acaba con un microdespertar. Se observa una limitación del flujo que no cumple con los criterios de apnea o Hipoapnea.



## 11. Presión Positiva Continua de la vía Aérea (CPAP)

### ¿Qué es una CPAP?

CPAP, son las siglas en inglés que corresponden a Presión Positiva Continua de la vía Aérea (Continuous Positive Airway Pressure).

La CPAP fue creada por el médico australiano y profesor Colin Sullivan y sus compañeros de la Universidad de Sydney en 1981.

La CPAP es el tratamiento de elección en casos de síndrome de apnea – Hipopnea obstructiva del sueño (AOS) grave, (AOS) moderado con patologías asociadas que incrementen el riesgo cardiovascular o cuando los síntomas de las apnea repercuten seriamente durante el día al paciente. Consiste en un compresor que transmite una presión positiva a través de una mascarilla nasal o buconasal adaptada al paciente y fijada por un arnés. La presión se determina previamente de forma individualizada para cada paciente e impide el colapso durante el sueño de la vía aérea superior. (1)



Fig. 1: Presión positiva continua de la vía aérea

La CPAP corrige las apneas obstructivas y mixtas, elimina las Hipoapnea y suprime el ronquido, por lo que desaparecen también las desaturaciones y los microdespertares (arousals) secundarios a eventos respiratorios, normalizando la arquitectura del sueño. (1)

Para establecer el diagnóstico de AOS se precisa la realización previa de una polisomnografía nocturna (PSG) o bien una poligrafía respiratoria (PR)(1)

### 11.1 Titulación de CPAP

---

Según la bibliografía revisada, la titulación de CPAP mediante PSG es la prueba "gold standard", aunque este método no suele estar al alcance de todos los centros, siendo una técnica laboriosa y costosa.

Actualmente se ha demostrado que se pueden realizar las titulaciones de CPAP con equipos automáticos (auto-CPAP), que el paciente se lleva a su domicilio durante 2-3 días (previa instrucción de su uso correcto). Los auto-CPAP son equipos que modifican la presión en función de la medición del flujo inspiratorio. Es un sistema que proporciona una presión individualizada, en función de la necesidad del sujeto en cada momento, suprimiendo de este modo los eventos respiratorios.

Alrededor del 90% de los pacientes diagnosticados de AOS pueden realizar la titulación de CPAP mediante un auto-CPAP. Los pacientes que no obtengan una titulación adecuada con el auto-CPAP y aquellos pacientes con comorbilidad asociada importante (enfermedades cardíacas, respiratorias, etc.), precisarán de una titulación con PSG.



**Para realizar una titulación manual de CPAP**, deben tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones (2)(3):

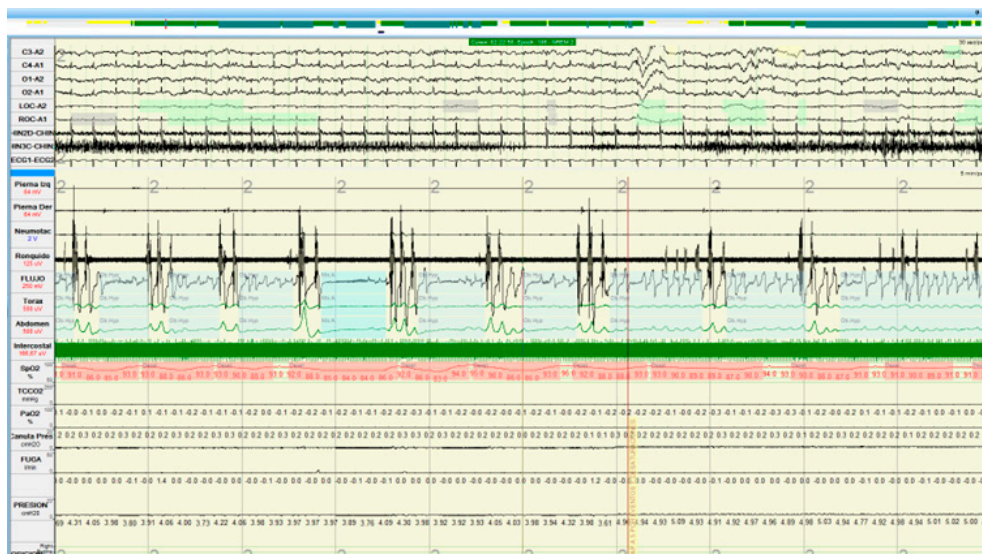
- Antes de colocar la CPAP, se entrenará al paciente en su utilización y la colocación correcta de la mascarilla.
- Antes de empezar la titulación, verificar todas las señales, especialmente la de presión nasal.
- Comprobar la existencia de fugas y asegurar el control de éstas.
- Se recomienda comenzar a una presión de 4 cmH<sub>2</sub>O. Antes de empezar a subir la presión hay que esperar a que el paciente esté durmiendo de un modo estable y que empiecen a aparecer los eventos respiratorios:
  - Se incrementa la presión por tramos de al menos 1 cmH<sub>2</sub>O en períodos de tiempo iguales a superiores a 5 minutos hasta que desaparezcan los eventos respiratorios.
  - La presión debe aumentarse si se observa al menos una apnea obstructiva en pacientes menores de 12 años y al menos 2 apneas obstructivas en pacientes mayores de 12 años.
  - La presión debe aumentarse si se observa al menos una hipopnea en pacientes menores de 12 años y al menos 3 hipopneas en pacientes mayores de 12 años.
  - La presión debe aumentarse si se observan al menos 3 ERAMs en pacientes menores de 12 años y al menos 5 ERAMs en pacientes mayores de 12 años.
  - La presión debe aumentarse si se mantiene el ronquido durante 1 minuto en pacientes menores de 12 años y, al menos, 3 minutos en pacientes mayores de 12 años.
  - Cuando aparecen eventos respiratorios más sutiles como hipopneas leves o períodos prolongados de limitación de flujo, es importante saber confirmar estos eventos y esperar entre 15-20 minutos antes de subir la presión de CPAP.
- Se recomienda mantener durante al menos 30 minutos la misma presión e ir aumentándole en caso de aparición de eventos.

- Es aconsejable obtener al menos 15 minutos de sueño en fase REM sin que el paciente realice eventos respiratorios.
- La presión máxima recomendada es de 15 cmH<sub>2</sub>O para pacientes menores de 12 años y 20 cmH<sub>2</sub>O para pacientes mayores de 12 años.
- Una vez conseguida la ausencia de eventos respiratorios, se aconseja intentar bajar la presión por el fenómeno de la histéresis de la vía aérea superior (VAS). Si se realiza, deberá bajar la presión centímetro a centímetro, en periodos de 10 minutos, hasta estabilizar la presión de nuevo. Se debe realizar cuando hayan transcurrido al menos 30 minutos sin eventos respiratorios. No se requiere una titulación descendente, pero se puede considerar como una opción.
- Las fugas importantes que no se resuelvan en unos minutos o que despierten al paciente, requerirán de nuestra entrada en la habitación para ajustar la mascarilla.
- Las desaturaciones y resaturaciones que no vayan acompañadas de eventos respiratorios, no deben ser tomadas en cuenta a la hora de variar la presión.
- Si durante la titulación el paciente se despierta y se queja de que la presión es demasiado alta, se debe bajar la presión, eligiendo aquella en la que el paciente se sienta cómodo y que le permita volver a quedarse dormido.
- Si aparecen apneas centrales lo recomendable es seguir aumentando la presión y valorar si éstas desaparecen. En caso de persistir, lo mejor es volver a la presión que se tenía antes de que aparecieran las apneas centrales y mantenerla entre 1-2 horas y, cada 30-40 minutos intentar incrementar la presión si existen eventos obstructivos. En caso de duda, lo mejor es dejar la presión inicial antes de las apneas centrales durante el resto de la noche.

Figura 1. Observamos: Hipnograma, Oximetría, fases de sueño, eventos respiratorios.



Figura 2. Observamos: eventos respiratorios.





## 12. Titulación de BIPAP

La terapia PAP (Presión Positiva en vías aéreas) es el tratamiento estándar para pacientes con Síndrome de apnea obstructiva del sueño (AOS). En teoría, todos los pacientes deberían de pasar por una titulación manual en el laboratorio de sueño, para verificar la presión necesaria para corregir todos los eventos respiratorios.

Igual que como para la CPAP, considerado en el apartado anterior, la AASM (American Academy of Sleep Medicine) ha creado unas guías para la titulación manual de un equipo bi-nivel en el laboratorio (1) y de igual manera la dividió en 2 edades, < de 12 años y  $\geq 12$  años.

La BIPAP (Bi-nivel Presión Positiva en vías aéreas), se considera en pacientes que no están cómodos con la terapia CPAP, y no son capaces de tolerar presiones altas de la CPAP, o siguen teniendo eventos obstructivos continuos a la presión de 15 cmH<sub>2</sub>O (1).

Los equipos BIPAP difieren de las CPAP pues tienen una presión inspiratoria (IPAP – Presión inspiratoria positiva en vías aéreas) y una presión espiratoria (EPAP- Presión espiratoria positiva en vías aéreas), y la diferencia entre las 2 llamamos de presión soporte (PS – Pressure Support).

Al final de esta apartado se podrán encontrar 2 imágenes resumen del algoritmo de titulación para niños y adultos.

Enseguida dejamos las recomendaciones para la realización de titulaciones Bi nivel:

## 1- Recomendaciones Generales

---

**1. Si el paciente no está confortable con la terapia CPAP o es intolerante a las presiones altas, deberá ser experimentada la terapia Bi nivel. Si existen eventos obstructivos continuos con un CPAP a una presión de 15 cmH<sub>2</sub>O (durante la titulación de CPAP) se podrá cambiar a una BIPAP.**

Esta recomendación no implica que la BIPAP sea más efectiva que la CPAP para mantener la permeabilidad de la vía aérea. Se debería implicar otros esfuerzos para verificar el porqué el paciente no está confortable y/o es intolerante a las presiones altas de CPAP (2,3).

**2. BIPAP (IPAP y/o EPAP, dependiendo del tipo de evento) deberá ser aumentada hasta que los eventos sean eliminados o la recomendación médica de la IPAP máxima haya sido restringida.**

Se recomienda que los eventos de desaturación que ocurran sin eventos obstructivos asociados no sean considerados para el aumento de la IPAP/EPAP en adultos y también en niños (4,5).

**3. La recomendación mínima para empezar la titulación con la BIPAP será de 8 cmH<sub>2</sub>O para la IPAP y 4 cmH<sub>2</sub>O para la EPAP, igual en adultos y niños.**

Además cuando se está cambiando de una CPAP a BIPAP, la EPAP deberá empezar a 4 cmH<sub>2</sub>O o al nivel de CPAP que las apneas obstructivas fueran eliminadas (4).

**4. La recomendación de IPAP máxima deberá ser 20 cmH<sub>2</sub>O para pacientes < 12 años y 30 cmH<sub>2</sub>O para ≥12 años de edad**

Existe alguna evidencia de la literatura de los pacientes críticos indicando que presiones en la vía aérea por encima de 30 cmH<sub>2</sub>O pueden aumentar el riesgo de **barotrauma** (6,7).

**5. La metodología para determinar la EPAP y IPAP inicial, tiene poca evidencia, pero empezar con EPAP o IPAP más altas se puede considerar en pacientes con el IMC elevado.**

Lo mismo pasa con la presión inicial de CPAP, se puede considerar presiones más elevada en pacientes que presenten un índice de masa corporal (IMC) elevado.

**6. La presión soporte mínima recomendada es 4 cmH<sub>2</sub>O (EPAP-IPAP=4), y el diferencial máximo recomendado es 10 cmH<sub>2</sub>O (4).**

## **12.1 Titulaciones de BIPAP de noche entera**

**1. El aumento de presión IPAP y/o EPAP (dependiendo del tipo de evento obstructivo), deberá ser de 1 cmH<sub>2</sub>O, con el intervalo mínimo entre subidas de 5 minutos, con el objetivo de eliminar los eventos obstructivos (5,10,11,12).**

**2. El aumento de IPAP y EPAP deberá ser como referido anteriormente (a la razón de 1cmH<sub>2</sub>O por cada 5 minutos), en el caso que exista por lo menos una apnea obstructiva en pacientes de < 12 años o por lo menos dos apneas obstructivas en pacientes ≥12 años.**

Lo mismo que pasa en las titulaciones de CPAP, es necesaria una presión más baja para resolver las apneas, cuando comparamos con la presión necesaria para resolver los demás eventos. Sin embargo hay también algunos estudios que utilizan la subida de IPAP y EPAP a la vez para eliminar las apneas (10,13).

**3. El aumento de IPAP deberá ser como referido anteriormente (a la razón de 1cmH<sub>2</sub>O por cada 5 minutos), en el caso que exista por lo menos una hipopnea en pacientes de <12 años o por lo menos tres hipopneas en pacientes ≥12 años.**

**4. El aumento de IPAP deberá ser como referido anteriormente (a la razón de 1cmH<sub>2</sub>O por cada 5 minutos), en el caso que exista por lo menos tres ERAM's en pacientes de <12 años o por lo menos cinco ERAM's en pacientes ≥12 años.**

**5. El aumento de IPAP podrá existir, como referido anteriormente (a la razón de 1cmH<sub>2</sub>O por cada 5 minutos), en el caso que exista por lo menos un minuto de ronquido en pacientes de <12 años o por lo menos 3 minutos en pacientes ≥12 años.**

Lo mismo que pasa en las titulaciones de CPAP, el aumento de la presión para eliminar el ronquido podrá reflejarse en la mejora subjetiva de la somnolencia diurna de los pacientes.

### **6. La exploración de la IPAP, por encima de la presión necesaria para controlar los eventos respiratorios no deberá exceder los 5 cmH<sub>2</sub>O.**

Lo mismo que pasa con la CPAP, la exploración de la IPAP tiene alguna utilidad. La resistencia de la vía aérea puede ser hasta 4 veces la normal a pesar de estar a una presión que elimina apneas e hipopneas, y esta misma resistencia podrá originar despertares repetitivos o insomnio. Está demostrado que la reducción de esta misma resistencia se puede hacer con el aumento de la presión hasta que la presión esofágica o la forma de onda de inspiración, que estaría limitada, vuelvan a normalidad. Este aumento podrá ser de 2 cmH<sub>2</sub>O, pero no más de 5 cmH<sub>2</sub>O (2,15,16,17).

### **7. Si el paciente se despierta y se queja que la presión es muy elevada, se deberá reiniciar la presión con una IPAP más baja, hay que elegir una que el paciente refiera que es confortable suficiente para volver a dormir.**

### **8. Una disminución en la IPAP o pasar a modo ST con una frecuencia de rescate podrá ser útil si se verifica la aparición de apneas centrales tratamiento emergente (ej. Apnea compleja) durante la titulación.**

### **9. La exploración de presión hacia abajo, no es necesaria ni requerida pero puede ser una opción.**

Lo mismo pasa con la titulación CPAP, es recomendable hacer una tentativa de bajar la presión en la titulación de BIPAP debido al fenómeno de histéresis. Esta misma bajada de presión de IPAP/EPAP se hace cuando han pasado por lo menos 30 minutos sin eventos obstructivos. La IPAP deberá bajar por lo menos 1cmH<sub>2</sub>O con un intervalo nunca inferior a 1º minutos, hasta que se verifiquen eventos obstructivos nuevamente (2).

## **12.2 Titulaciones de BIPAP de noche partida**

---

### **1. El protocolo de titulación de BIPAP de noche partida deberá ser exactamente igual que el de una noche entera.**

Una PSG de titulación de noche entera, es siempre preferible, pero una titulación de noche partida puede también ser adecuada. Desafortunadamente no hay estudios suficientes comparando factores como aceptación, IPAP/EPAP adecuada y adherencia, en estudios de noche entera versus noche partida, con lo cual es prudente hacer los incrementos de IPAP/EPAP (ej. 2 o 2,5 cmH<sub>2</sub>O) debido al tiempo que resta del estudio.

No existen datos suficientes para hacer recomendaciones de algún tipo para titulaciones de noche partida en niños < 12 años (17).

## Clasificación de las titulaciones

---

Cuando termina una titulación se tiene que evaluar la misma, para tal se ha creado un sistema de evaluación basado en el control de los eventos obstructivos propuesto por Hirshkowitz y Sharafkhaneh (18). Esto debe reflejarse con un número de eventos obstructivos o sea el RDI o (IAR) (Respiratory Disturbance Index), preferiblemente por debajo de 5/h, un nivel de saturación de por lo menos 90%, y un nivel de fuga aceptable, al nivel de presión elegida.

Las titulaciones, sea de CPAP o BIPAP se pueden considerar Optimas, Buenas, Adecuada o Inaceptable.

Se considera una titulación Óptima la que reduce el RDI al nivel de < 5/h, durante por lo menos 15 minutos y debe de incluir sueño REM en la posición supina, a la presión seleccionada y que no esté constantemente siendo interrumpido por despertares (17).

Se considera una titulación Buena, si la misma reduce el RDI de toda la noche para  $\leq 10/h$ , o en 50% si el RDI de base es < 15/h, deberá también incluir sueño REM en la posición supina y que no esté constantemente siendo interrumpido por despertares (17).

Se considera una titulación Adecuada, si la misma no tiene la capacidad de reducir el RDI de toda la noche para  $\leq 10/h$  pero reduce el RDI de diagnóstico en 75%, particularmente en pacientes bastante severos, o una titulación que cumpla los criterios de Óptima o Buena pero que no se verifica sueño REM en la posición supina a la presión elegida (17).

Se considera una titulación Inaceptable, cuando no se cumplan ninguno de los grados anteriormente referidos.

Cuando no se obtiene una titulación de clasificación de Óptima o Buena, si es una titulación de noche-partida, o de alguna manera falla por cumplir los criterios de la AASM, se debería considerar una repetición.

## Fuga y Confort

---

Cuando hablamos de fuga y confort la AASM es muy clara y recomienda hacer un “*refitting*” o reajustar la mascarilla siempre que hay una fuga intencional significativa.

La fuga puede ocurrir de varias maneras. La fuga intencional es la fuga controlada del puerto de exhalación de las mascarillas, que hace el lavado del CO<sub>2</sub> y evita el fenómeno de “*rebreathing*”. La fuga no intencional es caracterizada como fuga por la boca, cuando se hace una titulación y se utiliza una mascarilla nasal y el aire presurizado sale por la boca, o como fuga en la mascarilla, cuando el aire presurizado fuga entre la cara y la mascarilla sea utilizando una mascarilla nasal, oronasal o otra. La fuga no intencional puede ser minimizada por un reajuste, o en el caso de la fuga por la boca, con la utilización de una mentonera o cambio a una mascarilla full-face o oronasal(19,20).

En la BPAP, cuando examinando los efectos de fuga en la eficacia de tratamiento, se ha verificado una mejoría en la oxigenación, índice de arousal reducido y una porcentaje de sueño REM aumentada cuando la fuga no intencional está controlada (21).

## Oxígeno suplementario

---

Se debería considerar la adición de O<sub>2</sub> suplementario durante una titulación, siempre y cuando antes de la titulación la saturación del paciente es  $\leq 88\%$ , acostado y en posición supina. Se debería también considerar adicionar O<sub>2</sub> suplementar cuando durante la titulación la saturación es  $\leq 88\%$  por  $\geq 5$  minutos sin eventos obstructivos. La introducción de O<sub>2</sub> para suplementar se debe hacer con 1 L/minuto y titulado para mantener una saturación periférica de entre 88% a 94%.

Esta recomendación se hace con el entendimiento que la pulsioximetría tiende a sobreestimar el nivel de oxígeno arterial y que la concentración de oxígeno inspirada efectivamente puede disminuir significativamente de una CPAP/BPAP aumenta el flujo para compensar una fuga.

## **Recomendaciones generales:**

---

- 1. El débito mínimo de O<sub>2</sub> deberá ser de 1 L/minuto, tanto a nivel pediátrico como a nivel de adulto**
- 2. Se debe aumentar el débito de O<sub>2</sub> a la razón de 1 L/minuto, en intervalos nunca inferiores a 15 minutos, hasta que la saturación periférica esté entre 88% y 94%.**
- 3. El oxígeno, en condiciones perfectas, se debería conectar a la salida del CPAP/BPAP con un conector en T.**

Cuando se conecta el O<sub>2</sub> directamente a la mascarilla, el O<sub>2</sub> no tiene ni espacio ni tiempo para mezclarse con el flujo de aire que viene del tubo conectado al CPAP/BPAP, lo que lleva a concentraciones muy variables de O<sub>2</sub> en la mascarilla. No obstante, si el O<sub>2</sub> es conectado a la salida del dispositivo, se obtiene una entrega de concentración de O<sub>2</sub> más constante (22).

- 4. Para el destete del oxígeno suplementario se puede intentar o por la sustitución de una CPAP por BPAP, o por incrementar la IPAP en pacientes que ya estén en la BPAP, si el paciente tolera las altas presiones inspiratorias).**

Esta recomendación se basa en la evidencia en que la concentración de O<sub>2</sub> medida en el O<sub>2</sub> suplementario, es más baja con CPAP a altas presiones, o en el caso de BPAP, en niveles de IPAP/EPAP más altos. Todo lo que pueda aumentar el flujo de la máquina tiene la capacidad de reducir la concentración efectiva de O<sub>2</sub> (20, 22).

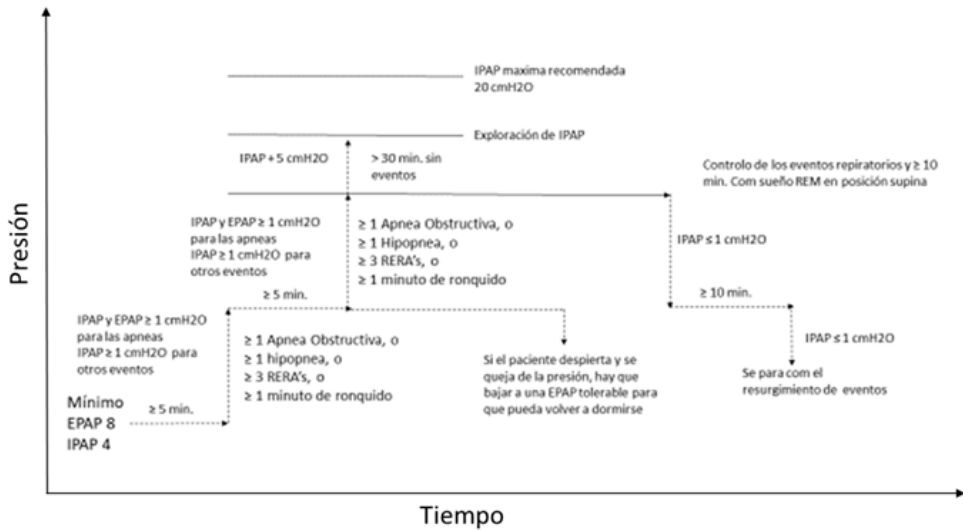


Fig 1. - Algoritmo de titulación para pacientes con < 12 años, noche entera o noche partida

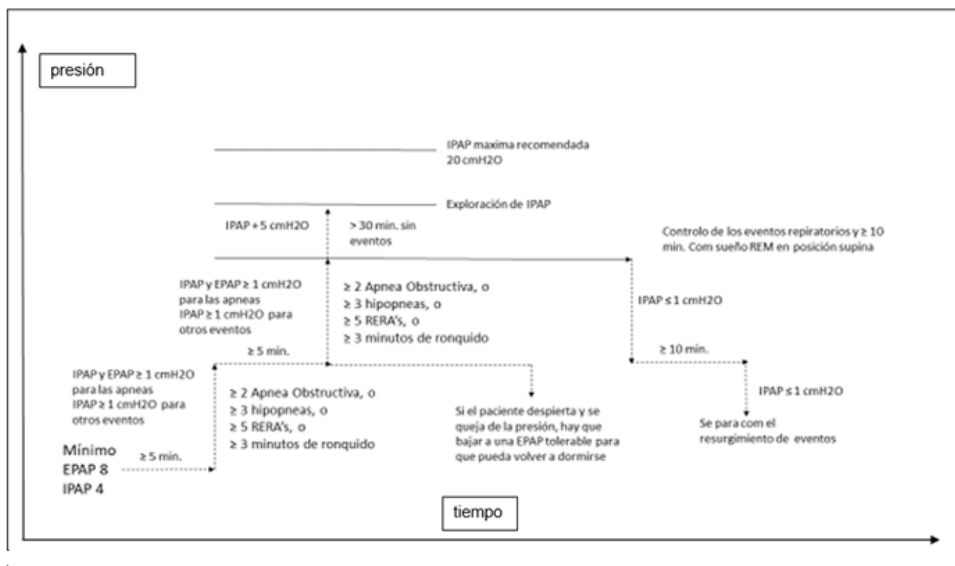


Fig 2. - Algoritmo de titulación para pacientes adultos, noche entera o noche partida

## 13. Movimientos durante el sueño

Son movimientos repetitivos y estereotipados de las extremidades, que típicamente ocurren durante el sueño.

Son repetitivos porque aparecen repetidamente cada varios segundos (periódica o rítmicamente) y estereotipados porque el movimiento es siempre el mismo en cada paciente, aunque varía entre pacientes.

Para monitorizar los movimientos de las piernas durante el sueño (MP), en los estudios de rutina deben colocarse dos electrodos superficiales, separados 2 cm entre sí, en ambos músculos tibiales anteriores que se palpa muy bien justo en el lateral a la protuberancia ósea de la tibia.

Para colocar los electrodos de forma correcta, se debe pedir al paciente que active el músculo, de modo que podamos palpar mejor, para ello se debe pedir que flexione el tobillo hacia arriba de forma que el pie apunte a la cabeza.

*Figura 1.*



Figura 1

Para detectar la actividad transitoria en REM, se pueden monitorizar también los movimientos de las extremidades superiores. Para ello se ponen dos electrodos superficiales, separados 2 cm entre sí, en ambos flexores superficiales de los dedos o en los extensores comunes de los dedos.

Para colocar los electrodos de forma correcta, se debe pedir al paciente que active el músculo, para poder palpar mejor. Para activar el flexor superficial de los dedos tendrá que flexionar los dedos sin mover la muñeca. Para activar el extensor común de los dedos tendrá que extender los dedos hacia atrás sin mover la muñeca. *Figura.2*



*Figura 2.*

Para el diagnóstico del Trastorno del comportamiento en sueño REM (TCSR), el polisomnograma con vídeo y audio es esencial para poder documentar las conductas motoras complejas y las vocalizaciones durante el sueño REM.

## **Codificación del Síndrome de Movimientos Periódicos de Miembros durante el Sueño (SMPMS)**

---

Para poder considerarlo un movimiento de piernas (MP) debe tener:

- La duración mínima de un MP es de 0,5 segundos.
- La duración máxima de un MP es de 10 segundos.
- La amplitud mínima de un MP es un aumento de voltaje del electromiograma
- (EMG) de  $8 \mu\text{V}$  sobre el EMG en reposo (de una duración de 0,5 segundos).

- El inicio de un MP se define como el punto en el que el voltaje del EMG aumenta  $8 \mu\text{V}$  sobre el EMG en reposo.
- El final de un MP se da cuando se inicia un periodo de al menos 0,5 segundos durante el cual el EMG no excede de  $2 \mu\text{V}$  sobre el EMG en reposo.

Para poder considerar una serie de MPP (Movimiento de piernas periódico) se deberá dar:

- El número mínimo tiene que ser de 4 MP para poder considerarlo una serie de MPP.
- El tiempo entre los inicios de MP consecutivos es de 5 a 90 segundos, que es la duración del periodo entre MP para incluirlos como parte de una serie de MPP.
- Los movimientos de las dos piernas separados por menos de 5 segundos entre el inicio de los mismos, los contaremos como un único MP (Figura 3). El tiempo que transcurre entre el inicio de este grupo de MP y el siguiente MP se mide desde el inicio del primero al inicio del segundo.



Figura 3

Para poder considerar que un arousal y un MP que ocurra en una serie de MPP están asociados deben ocurrir de forma simultánea (Figura 4), superpuesta (Figura 5) o si transcurren en menos de 0,5 segundos entre el final de un evento y el inicio del otro, independientemente de cuál sea el primero (Figura 6).

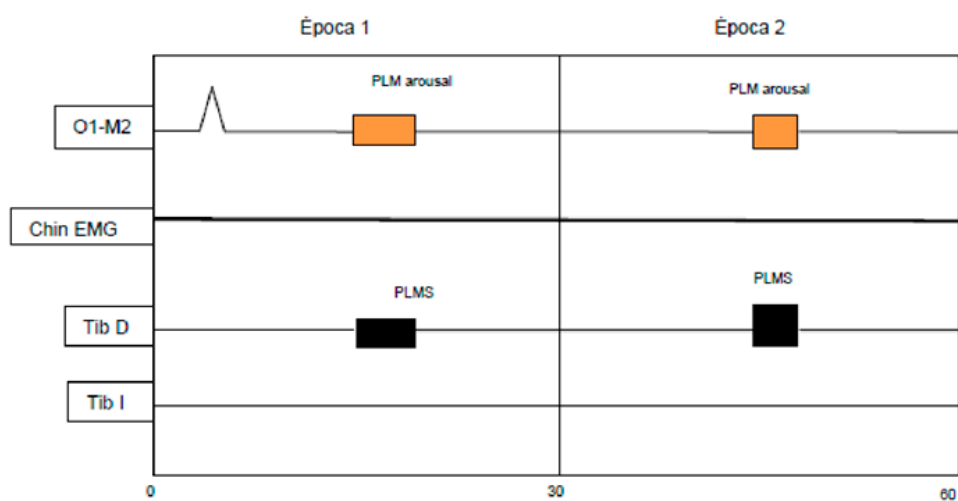


Figura 4.

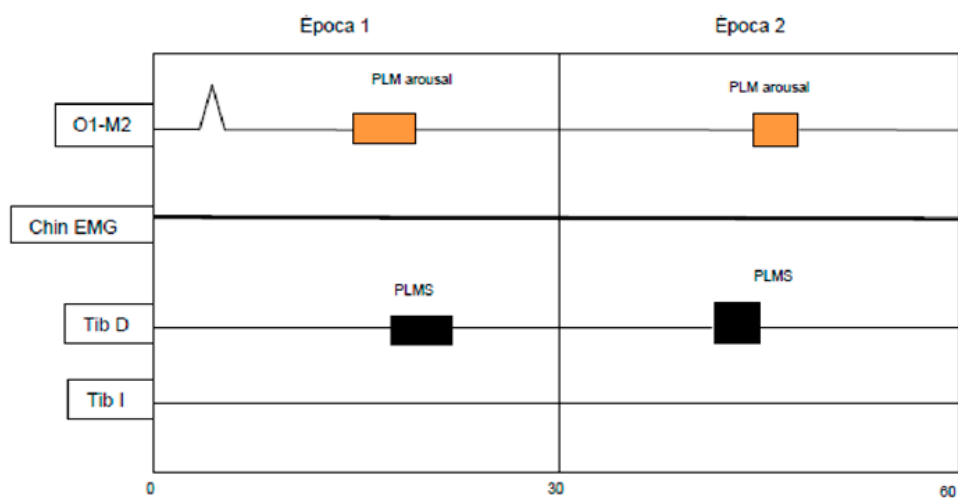


Figura 5.

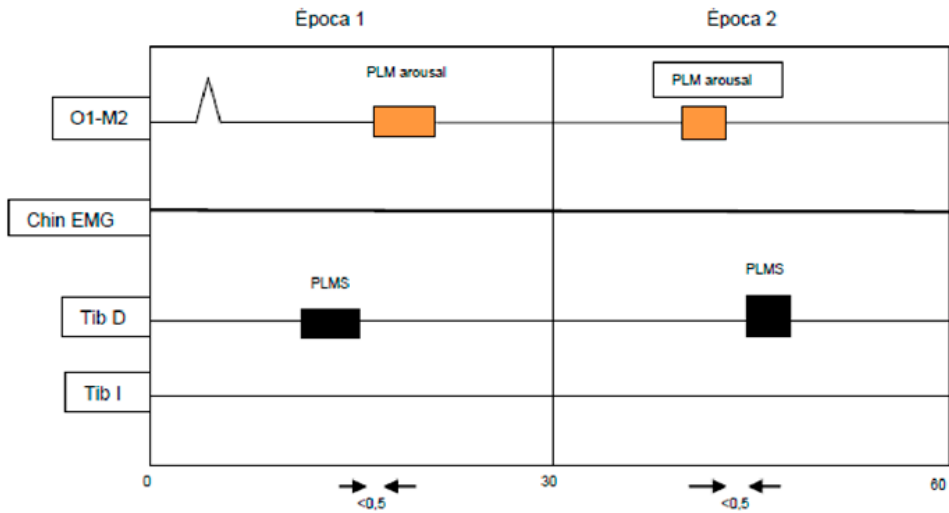


Figura 6.

Cuando los MPP ocurren con un intervalo menor a 10 segundos y cada uno se asocia con un cambio igual o mayor a 3 segundos del EEG/EMG del mentón que cumple los criterios de arousal, solo el primero de los cambios debe codificarse como arousal. Se podrán codificar ambos movimientos si están separados entre sí 5 segundos o más, pero solo se codificará un MPP asociado a un arousal (y un arousal).

Un MP no debe contarse si ocurre durante el periodo que va desde 0,5 segundos antes de una apnea, hipopnea o de un esfuerzo respiratorio asociado a arousal (ERAM) hasta 0,5 segundos después.

Cuando un periodo de vigilia mayor de 90 segundos separa una serie de MP, se contarán los MP que preceden a dicho periodo y los que siguen a dicho periodo como una serie de MPP (Figura 7).

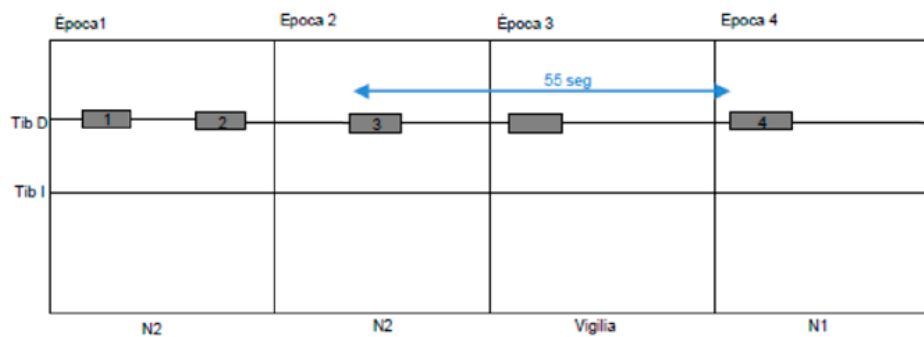


Figura 7

# 14. Métodos de Evaluación de la Somnolencia

## Introducción:

---

### Somnolencia

- Es un estado fisiológico, presente a diario en nuestras vidas, que aparece en función del número de horas de vigilia previa.
- Según la Academia Americana de Sueño, la excesiva somnolencia diurna es aquella que se produce en situaciones en la que sería esperable que el individuo permaneciera alerta o vigilia.

La evaluación de la somnolencia se evalúa objetivamente con registro electroencefalográfico, para ello los test de referencia son:

- Test de latencias Múltiple de Sueño (TLMS)
- Test de mantenimiento de vigilia ( TMV)

### Test de Latencias Múltiples de Sueño (TLMS)

---

El test de latencia múltiples de sueño (TLMS) es la exploración de referencia y la prueba objetiva diagnóstica para valorar la somnolencia o facilidad para dormir.

Se utiliza para el diagnóstico de Narcolepsia, Hipersomnia idiopática y su tratamiento.

Su objetivo es cuantificar el grado de sueño durante el día. Siempre se realizará después de practicar una prueba de sueño (PSG) la noche anterior previa a la (TLMS), para certificar que el sueño durante la noche es de calidad y no hay trastornos durante el sueño que puedan provocar somnolencia diurna.

El TLMS mide la latencia media de sueño (LMS) que es una estimación cuantificable del grado de excesiva somnolencia y la presencia de sueño REM. El sueño REM en condiciones fisiológicas normales suele aparecer de los 90 a 120 minutos tras el inicio del sueño.

### **Protocolo y preparación**

-Dos semanas antes se debe documentar una agenda de sueño regular, y/o un registro de actigrafía.

-Pacientes en tratamiento con CPAP, debemos asegurarnos de una buena cumplimentación y de la efectividad de su tratamiento. Y deberá dormir con su dispositivo la noche previa al TLM

-Se realizará un plan para que dos semanas antes de la prueba toda la medicación sedante, estimulante, moduladores del rem, hierbas y sustancias... se suspendan (ver tabla) Se abstendrá de tomar cafeína el día de la prueba.

### **Actuación**

El test se inicia de 1.5 a 3 horas después del final de una polisomnografía nocturna previa, que debe objetivar 7 horas de tiempo en cama, con al menos 6 horas de sueño nocturno y nunca seguido de un ajuste de presión, ni noche partida (split night) y descartar causas que puedan afectar al resultado del TLMS.

El test consiste en 4 o 5 siestas.

La duración de cada siesta será en función del sueño obtenido, con una separación de 2 horas entre ellas.

Entre siesta y siesta, el paciente no puede dormir, ni consumir cafeína, tabaco o medicamentos antes o durante la exploración.

Se realizará la 5a siesta, si en las anteriores siestas hemos registrado dos siestas o más de inicio en REM, ya que para descartar una posible narcolepsia, necesitamos al menos registrar 3 sueños REM en el TLMS.

Las horas recomendadas para realizar las siestas son las siguientes:

- - 09:00h Siesta 1
- - 11:00h Siesta 2
- - 13:00h Siesta 3

#### COMIDA

- - 15:00h Siesta 4
- - 17:00h Siesta 5

La siesta se terminará a los 15 minutos después de la primera época de sueño registrada o a los 20 minutos si el paciente no se ha dormido. Por ejemplo, si registramos la primera época de sueño en el minuto 19:30 después de iniciar la siesta, empezaremos a contar 15 minutos, de sueño, transcurrido el tiempo, despertaremos al paciente.

El paciente realizará el test vestido con ropa confortable, acostado en la cama, con la habitación oscura, favoreciendo el sueño.

### **Montaje**

Para realizar el test se usa parte del montaje de la PSG:

EEG con 6 derivaciones:

- 2 centrales ( C3-A2, C4- O1)
- 2 occipitales ( O1-A2, O2- A1)
- 2 frontales (F3-A2, F4-A1)

EOG Electrooculograma derecho e izquierdo.

EMG Electromiografía submentoniana.

ECG Electrocardiograma (una derivación).

Registro de imagen y sonido durante toda la prueba.

## **Instrucciones para el paciente y calibración biológica.**

Antes del inicio del test, debe asegurarse de que el paciente está cómodo; almohada, temperatura de la habitación y oscuridad. El móvil tiene que estar en modo avión y sin alarmas.

Antes de cada test se realizará la calibración biológica de cada uno de los sensores:

- En reposo con los ojos abiertos durante 30 segundos.
- En reposo con ojos cerrados durante 30 segundos.
- Movimientos oculares: sin mover la cabeza: mirar a derecha e izquierda en 3 ocasiones.
- Abrir y cerrar los ojos lentamente 5 veces.
- Apretar los dientes.

Una vez asegurado que las señales biológicas son las correctas, se indica al paciente puede dormir si tiene necesidad. Se cierra la puerta y a partir de ese momento empezará a contar el tiempo de la siesta.

El personal que realiza el TLMS debe estar entrenado y familiarizado en la codificación de sueño, ya que es muy importante saber el momento exacto de adormecimiento del paciente.

Una vez transcurrido el tiempo del test, se debe encender la luz y despertar al paciente e indicarle no permanezca en la cama. Se precisa consultar al paciente si ha dormido, si ha soñado y en caso afirmativo, si recuerda qué ha soñado.

Debe indicarse al paciente que debe permanecer activo y sin acostarse hasta la siguiente siesta.

Actividades estimulantes, dispositivos electrónicos quedarán suspendidos 30 minutos antes de cada siesta.

Se puede realizar un test de orina para descartar abuso de sustancias o ante dudas en el resultado.

## **Adquisición / informe**

- Datos demográficos; nombre, número de historia, peso, talla, BMI, etc...
- Médico que solicita la prueba, técnico...
- Medicación usada durante las últimas 24 horas y la retirada de medicación las últimas dos semanas
- Parámetros de la grabación; hora de comienzo, hora que termina, tiempo total de sueño, latencia al sueño y latencia de REM de cada siesta.
- Cualquier alteración durante el registro deberá ser documentada
- Firmada por un especialista en medicina del sueño

## **Test de Mantenimiento De Vigilia (TMV)**

---

Mide la capacidad del sujeto de permanecer despierto bajo condiciones estandarizadas en ausencia de factores externos favorecedores de vigilia.

El TMV se emplea para evaluar la capacidad de una persona para permanecer despierto, a diferencia del TLMS que mide la tendencia espontánea al sueño.

La indicación de realización de TMV es:

- para aquellos individuos cuya capacidad de mantenerse despierto puede constituir un riesgo para él mismo o para los demás; por ejemplo conductores, personas con trabajos peligrosos, entre otros.
- para valorar la respuesta al tratamiento en sujetos con excesiva somnolencia. Está indicada en pacientes que niegan la somnolencia diurna. Se valora la respuesta a un tratamiento.

## **Protocolo**

Esta prueba pretende simular una situación en la que el sueño puede aparecer cuando una persona permanece sentada y pasiva en un entorno sin estimulantes.

Con registro diario de sueño de las últimas dos semanas y/o actigrafía.

Paciente estable y con tratamiento efectivo para sus patologías. Portadores de cpap/bipap con buena cumplimentación y presión efectiva adaptada.

Medicación controlada, tanto sedantes como estimulantes para su tratamiento crónico deben continuar con su uso, y si hay algún cambio debe consultarlo.

Se llegará a un acuerdo con el tema del café.

## **Actuación**

El montaje es el mismo que se realiza para el TLMS

### **Montaje:**

EEG 6 derivaciones:

2 centrales ( C3-A2, C4- O1)

2 occipitales ( O1-A2, O2- A1)

2 frontales (F3-A2, F4-A2)

EOG Electrooculograma derecho e izquierdo.

EMG Electromiografía submentoniana.

ECG Electrocardiograma (una derivación).

Con registro audiovisual durante toda la prueba.

No es necesaria la realización de una PSG nocturna. El paciente empezará la primera siesta entre 1,5 a 3 horas después de la noche de sueño en su casa.

Las condiciones de la habitación del laboratorio serán diferentes. Esta estará aislada de la luz exterior, se realizará con luz artificial, la luz estará fuera del campo de visión del paciente (0,10-1,13 lux), estará adecuada para el control de ruido (<30db) y la temperatura oscilará entre 21-23 °C. El paciente permanecerá incorporado en la cama en una postura cómoda durante todo el periodo que dura el test.

La realización de la PSG previa al TMV, lo decidirá el facultativo si fuera necesario, pero solo se realizará en casos excepcionales.

El TMV consta de cuatro exploraciones de 40 minutos, con una separación entre ellas de 2 horas .

La duración de cada test finaliza a los 40 minutos sin obtención de sueño, o 3 épocas consecutivas de fase N1, o 1ª época de cualquier otra fase de sueño.

El paciente no puede dormir, ni consumir cafeína, tabaco o medicamentos antes o durante la exploración

Las horas recomendadas para realizar el test de MTV son las mismas que en la TLMS.

**09:00h - 11:00h - 13:00h - COMIDA - 15:00h**

### **Montaje**

EEG 6 derivaciones:

2 centrales ( C3-A2, C4- O1)

2 occipitales ( O1-A2, O2- A1)

2 frontales (F3-A2, F4-A2)

EOG Electrooculograma derecho e izquierdo.

EMG Electromiografía submentoniana.

ECG Electrocardiograma (una derivación).

## **Instrucciones para el paciente y calibración biológica.**

Antes del inicio del test, debe asegurarse que el paciente está cómodo, permanecerá sentado en la cama, con la cabeza y la espalda apoyadas en la almohada, en una postura cómoda. El móvil tiene que estar en modo avión y sin alarmas.

Debe permanecer en reposo y despierto el máximo de tiempo posible, debe mirar hacia delante y no mirar directamente a la luz. No está permitido el uso de medidas para mantenerse despierto (hablar, cantar y/o tocarse la cara, ni moverse demasiado) Si observamos que el paciente utiliza esas técnicas para no dormirse, entraremos a indicarle que esté tranquilo y sin moverse.

- Realizamos test de detección de sustancias en orina cuando los resultados son confusos, o hay sospechas de sustancias de abuso o medicación

Antes de cada test se realizará la calibración biológica de cada uno de los sensores:

- En reposo con los ojos abiertos durante 30 segundos.
- En reposo con ojos cerrados durante 30 segundos.
- Movimientos oculares: sin mover la cabeza: mirar a derecha e izquierda en 3 ocasiones.
- Parpadeo 5 veces
- Apretar los dientes

El personal que realiza el TMV, debe estar entrenado y familiarizado en la codificación de sueño, ya que es muy importante saber el momento exacto de adormecimiento del paciente.

## **Conclusiones**

---

La única prueba objetiva para el diagnóstico de una hipersomnia (excesiva somnolencia diurna) es el TLMS. Debe ser realizada con extremo cuidado y cumplimiento de todas las recomendaciones descritas anteriormente.

Los cambios en la última actualización de la AASM son muy importantes:

- Se añaden los canales frontales del EEG
- Los 30 minutos de supresión de actividad estimulante antes de cada prueba.
- Las 6 horas mínimo de sueño, preferiblemente más de 7 horas
- El uso de tratamiento con su cpap durante todas las siestas

El diagnóstico afecta a la seguridad, al trabajo y a la conducción, y debe evaluarse cada caso en particular con todos e historia clínica del paciente

**Tabla. Diferencias y similitudes entre el TLMS y MTV**

	Test de latencias múltiples de sueño (TLMS)	Test de mantenimiento de vigilia (TMV)
<b>Qué mide</b>	Latencia de sueño	Capacidad para estar alerta
<b>Protocolo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 o 5 siesta</li> <li>• Separadas por intervalos de 2 horas</li> <li>• PSG previa con al menos 6 horas de sueño</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recomendado el de cuatro test de 40 minutos.</li> <li>• Separadas por intervalos de 2 horas</li> <li>• PSG previa según criterio facultativo.</li> </ul>
<b>Instrucciones</b>	No se resista al sueño, pudiendo dormir si tiene necesidad.	Intente mantenerse despierto el máximo tiempo posible.
<b>Monitorización neurofisiológica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EEG F3-A2, C3-A2, F4-A1, C4-A1, O1-A2, O2-A1</li> <li>• EOG derecho e izquierdo</li> <li>• EMG submentoniano</li> <li>• Una derivación ECG</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EEG F3-A2, C3-A2, F4-A1, C4-A1, O1-A2, O2-A1</li> <li>• EOG derecho e izquierdo</li> <li>• EMG submentoniano</li> <li>• Una derivación ECG</li> </ul>
<b>Finalización / interrupción de cada test.</b>	Tras 20 minutos si no se ha obtenido sueño, o tras 15 minutos después de la primera época de sueño registrada.	Tras 40 minutos sin obtención de sueño o después de la presencia inequívoca de sueño o 3 épocas consecutivas de fase N1 o 1 época de cualquier otra fase de sueño)

TLM n°:....	Hora/minutos	Procedimiento
5 min antes de la prueba		Tumbarse. Hacer calibraciones. Comprobar señales. Indicaciones generales
T0 (inicio del registro)	.....H .....min	Apagar la luz. Iniciar el estudio
T1	.....H .....min	Primera época de sueño
R1	.....H .....min	Primera época en REM
TF: T1 + 15 min dormido	.....H .....min	Fin de la siesta
TF: T0 + 20 min	.....H .....min	Fin de la siesta si sobrepasa los 20 min desde que se inició el estudio
El paciente se debe levantar y mantenerse en vigilia hasta la próxima siesta.		

### Medicación que interfiere en la arquitectura del sueño

Clase de sustancia	Ejemplos de principio activo
Modulador de acetilcolina	Donepezil
Modulador adenosina	Teofilina, cafeína,
Ligandos alpha-2 delta	Gabapentina, Pregabalina
Antidepresivos	
SSRIs	Fluoxetina, Escitalopram, Sertralina, Paroxetina
SNRs	Venlafaxina, Duloxetina
Bupropio	Bupropion
Antidepresivos tricíclicos	Amitriptilina,
MOAIs	Phenelzine
Anhistamínicos	Difenhidramina, Doxilamina
Antipsicóticos	Quetiapina
Antihipertensivos	Prazosina
Benzodiazepinas	Flurazepam, Clonazepam, Lorazepam, Zolpidem,
Agonistas dopaminérgicos	Pramipexole, Rotigotina, Ropirinol
Litio	Litio
Melatonina	Ramelteon, Tasimelteon
Opioide	Morfina, Hidrocodona, Metadona, Fentanilo, Oxycodona
Orexin/antagonistas Hipocreatina	Suvorexant
Oxibato sodico	Oxibato sódico
Esteroides	Prednisona
Estimulantes	Metilfenidato, Anfetaminas
Agentes de la vigilia	Modafinilo, Armodafinilo
Marihuana	Tetrahidrocanabinol

## 15. Artefactos

### Introducción

La identificación de los artefactos en la PSG empieza por saber identificar qué señales biológicas se registran, sus configuraciones, formas y patrones.

Los artefactos en la polisomnografía, son señales extrañas en un canal de grabación que oscurecen/ensucian la señal y pueden proporcionar datos falsos.

### Clasificación de Artefactos

Se dividen los artefactos en dos grupos: **fisiológicos** y **no fisiológicos o instrumentales**.

Artefactos fisiológicos son los propios del paciente (por ejemplo, cardíacos, musculares, de respiración, sudoración, y movimientos).

ARTEFACTOS FISIOLÓGICOS	CAUSAS/CORRECCIÓN
Sudor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La transpiración provoca ondas caóticas, semejantes a las ondas delta. Pueden sincronizarse con la respiración.</li> <li>• Se enfría en lo posible la habitación para evitar la transpiración del paciente.</li> </ul>
Músculo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividad muscular o tensional del paciente.</li> <li>• Esperar un tiempo a que el paciente se relaje, normalmente el artefacto desaparece sin la intervención del técnico.</li> </ul>

<b>ECG</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se produce cuando el electrodo se encuentra situado cerca de una arteria.</li><li>• El ECG aparece en los canales de EEG, EOG o EMG.</li><li>• En algunos casos no se puede evitar, se debe intentar colocar los electrodos en una superficie con mayor presencia de masa ósea.</li></ul>
<b>Defectos craneales</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Daños causados por cirugía craneal, fracturas o radiación.</li><li>• En estas zonas es inevitable encontrarse con frecuencias elevadas y/o ralentización lenta.</li></ul>
<b>Movimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Movimientos de cabeza asociados a la respiración, pueden producir artefactos en el EEG y ocultar la actividad cerebral real.</li><li>• Es inevitable, la colocación de los electrodos con estrategias para evitar que el paciente tire de ellos.</li></ul>
<b>Movimiento ocular</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Movimientos oculares atípicos pueden dar lugar a falsos estadios de sueño (REM). Ya sea por que el paciente tome algún tipo de medicación, padezca alguna enfermedad ocular y/o tenga un ojo protésico.</li><li>• Comprobar la colocación de los electrodos y valorar el cambio de su posición.</li></ul>
<b>Bruxismo</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Movimientos de fricción de los dientes, es una señal de interés fisiológico, se registra una elevación muscular en el EMG y es acompañada de actividad rítmica en el EEG.</li><li>• Inevitable</li></ul>

Los Artefactos no fisiológicos o instrumentales, son artefactos que se originan a partir de los instrumentos y equipos utilizados para grabar el PSG.

ARTEFACTOS INSTRUMENTALES	CAUSAS/CORRECCIÓN
Artefactos por presión de electrodos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar la posición del paciente.</li> <li>• Comprobar el contacto del electrodo y gel conductor</li> <li>• Cambiar el electrodo, posiblemente está roto.</li> </ul>
Artefactos a causa del electrodo de referencia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si está mal el electrodo de referencia, todas las señales de un mismo lado tienen el mismo problema.</li> <li>• Revisar y cambiar el electrodo</li> </ul>
Artefactos en los canales respiratorios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distorsión de la señal a causa de movimientos del cuerpo.</li> <li>• Considerar cambiar los ajustes de los filtros.</li> </ul>
Artefactos en la Oximetría	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conexión incorrecta del sensor.</li> <li>• Calibraciones imprecisas.</li> <li>• Desplazamiento del sensor.</li> <li>• Comprobar y colocar de nuevo el sensor, valorar cambiar en un punto diferente del inicial.</li> </ul>



# 16. Actigrafía

## ¿Qué es la Actigrafía?

---

La actigrafía es un método no invasivo que permite mediante la colocación de un pequeño sensor, acelerómetro, normalmente colocado en la muñeca no dominante, cuantificando los periodos de reposo y actividad en los tres ejes del espacio.

Su mayor ventaja es el fácil uso, bajo coste y permitir registros prolongados en el tiempo, una o dos semanas incluso un mes, pudiendo valorar al paciente en condiciones ambulatorias sin interferencias sobre la actividad normal.

Se considera una herramienta de gran utilidad para el control y seguimiento de alteraciones circadianas, insomnio, e higiene de sueño. También permite evitar falsos positivos en exploraciones de somnolencia diurna como el Test de latencia múltiple de sueño y test de mantenimiento de vigilia porque valora la higiene de sueño de la semana previa a la prueba.

El mayor inconveniente de la actigrafía radica en la dificultad de extrapolar datos de actividad-reposo en sueño vigilia y aunque existen algoritmos complejos adaptados para ello, no consiguen subsanar totalmente los posibles falsos negativos o positivos.

## Adquisición de datos

---

La primera generación de actígrafos fueron detectores de movimiento-nivel, es decir, que solo detectaban movimiento por encima de un determinado nivel, eran no lineales y no eran lo suficientemente sensibles para detectar pequeños movimientos, así como tendían a saturarse con niveles modestos de movimiento.

Los actígrafos más recientes además de detectar el movimiento a través de acelerómetros en uno o múltiples ejes del espacio, tienen detectores de luz, botón de eventos, sensor de temperatura.

## Acelerómetro

---

Los acelerómetros son transductores que emiten un voltaje determinado en relación con la aceleración del movimiento que detectan.

Actualmente son utilizados en actigrafía 2 tipos de acelerómetros, los de tipo piezoeléctrico y los de tipo MEMS (Micro Electro-Mechanical Systems).

Los elementos piezoeléctricos se encuentran comprimidos por una masa, sujeta al otro lado por un muelle y todo el conjunto dentro de una "caja".

Cuando el conjunto es sometido a vibración, el disco piezoeléctrico se ve sometido a una fuerza variable, proporcional a la aceleración de la masa.

Los más avanzados, de tipo MEMS, detectan aceleración en los tres ejes del espacio, son solo un chip de silicio, incluyendo en el mismo la parte electrónica que se encarga de procesar las señales.

El principio de operación de estos acelerómetros de tecnología MEMS está basado en el traspaso térmico, por convección natural.

Estos sensores miden cambios internos de la transferencia de calor causada por la aceleración, ofreciendo ventajas significativas sobre el empleo de una estructura tradicional sólida de masas de prueba, ya que la masa de prueba en el diseño de los sensores MEMS son moléculas de gas, las estructuras móviles mecánicas son eliminadas dentro del acelerómetro.

Este tipo de sensores tiene otra ventaja que es que la señal ya está digitalizada y puede ser almacenada.

Algunos aspectos de estos procesos son programables por el usuario, como es la duración de la época sobre la cual la actividad es contabilizada y almacenada.

Existen también otros aspectos de la digitalización, que están incorporados en el dispositivo que son también muy importantes, como la tasa de muestreo (número de veces que la señal es captada en 1 segundo).

Actualmente la tasa de muestreo de los actígrafos disponibles es entre 30 y 100 Hz.

## Sensor de Luz

---

La mayoría de los actígrafos comercializados hoy en día contienen un sensor de captación de luz ya integrado, y conocer la exposición de luz recibida nos ayuda en la valoración de múltiples situaciones y patologías.

Los más avanzados, además de captación de luz blanca permiten también la captación de los 3 espectros de luz RGB (roja, verde y azul).

Esto se consigue mediante un sensor integrado en el actígrafo sensible a múltiples longitudes de onda de luz (400-700 nanómetros).

## Procesamiento de datos

---

Un componente clave es cómo se digitaliza la señal analógica: tiempo por encima del umbral, cruces por cero o integración digital.

La estrategia de “tiempo por encima del umbral” cuenta acumulativamente la cantidad de tiempo por época, el nivel de la señal producida en respuesta a movimiento está por encima de cierto umbral (comúnmente de 0,1 a 0,2 g).

Dos potenciales problemas de este tipo de integración son que el grado en que la amplitud es superior al umbral se ignora y que la aceleración del movimiento no se refleja.

El “método de cruce por cero” cuenta el número de veces por cada época que el nivel de señal de actividad cruza cero (o muy cerca de cero).

Tres posibles limitaciones con este enfoque son que la amplitud del movimiento se ignora, no se registra la aceleración de los movimientos y los artefactos de alta frecuencia pueden considerarse potencialmente con un movimiento significativo.

La “integración digital” implica que el muestreo de la señal de salida del acelerómetro sea analizado a una tasa alta, calculando luego el área bajo la curva para cada época.

La rectificación de la señal analógica duplica la cantidad de datos disponibles para analizar. La integración digital refleja la aceleración y la amplitud del movimiento, aunque la duración y la frecuencia de los movimientos no se muestran.

Después de la adquisición y digitalización, se prosigue con la interpretación. Los valores de movimiento, captados en cada segundo son traducidos como recuentos de actividad. Cada segundo, dependiendo de la tasa de muestreo, el movimiento es analizado y multiplicado al final de cada época obteniendo la suma correspondiente al número de recuentos. Esos datos quedan almacenados en el actígrafo hasta que sea descargado. Cuando es descargado cada equipo aplica su algoritmo antes de mostrar los datos disponibles.

## **Actígrafo de muñeca (Figura 1)**

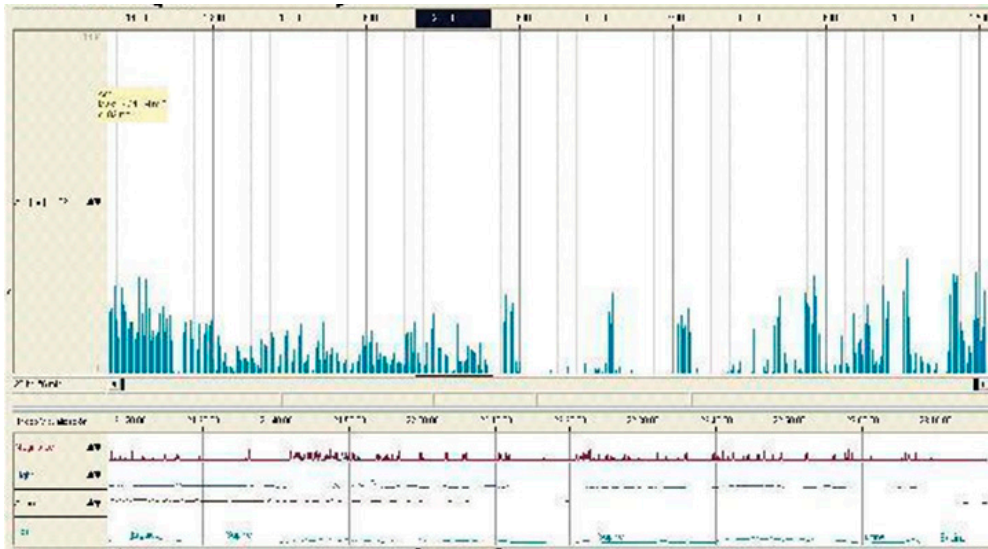
---



El actígrafo de muñeca, o actímetro puede ser un buen instrumento para conocer el sueño del paciente en su vida diaria e, indirectamente, aproximarnos al diagnóstico de una Enfermedad del sueño de origen no claro.

Se basa en el principio de que en la vigilia no podemos evitar movernos cada 10 o 15 segundos, mientras que cuando se está dormido los períodos de quietud son más prolongados.

Su mayor ventaja es la facilidad de la prueba, ya que se trata de un reloj de muñeca, (Figura 1) que permite el registro de varios días (Figura 2) e incluso semanas.



**Figura 2. Registro de Actimetría de 24 horas, en paciente con AOS y narcolepsia, en tratamiento con CPAP.**

Diferentes estudios de validación han mostrado una buena correlación con la PSG para estimar el tiempo total de sueño.

Tradicionalmente, los actígrafos se colocaban en la muñeca de la mano no dominante, pero también se pueden colocar en la mano dominante, e incluso en las piernas cuando son bebés.

La actigrafía se emplea en el diagnóstico del insomnio, en estudio de las alteraciones del ritmo circadiano, en AOS, en los movimientos periódicos de las piernas, para comprobar el efecto de tratamientos, y también para estimar el sueño de los niños, los ancianos y en las enfermedades mentales.

Además se utiliza en distintas patologías médicas para valoración del sueño, así como en estudios epidemiológicos del sueño.

**La principal ventaja de la actigrafía es que es una técnica muy poco costosa, que estudia el sueño en su ambiente natural, durante largos periodos de tiempo y permite conocer si el paciente duerme lo suficiente y si lo hace en el período nocturno.**

Sin embargo, tiene ciertas limitaciones y no puede sustituir a la PSG ya que a medida que el sueño está más alterado, es menos precisa y además tiende a sobreestimar el sueño y a infraestimar la vigilia, particularmente durante el día.

## 17. Bibliografía:

1. Armengol S, Bernal C, & García R. Polisomnografía, poligrafía, oximetría. Requisitos e interpretación de resultados. En J. G. Santos, Manual de diagnóstico y terapéutica en neumología Coordinador José Gregorio Soto Campos. 2006; 1ª Edición. Págs. 187-210. Navarra: ERGON.
2. Morante Vèlez F, Carbajo E. Manual de procedimientos en trastornos respiratorios del sueño. Manual SEPAR de procedimientos N° 20. 2010. Págs. 21-32.
3. Técnico en electrofisiología neurológica - Manual I. Confeccionado por: Servicio de Neurología del Hospital Clínic de Barcelona
4. Pack AI, Gislason T. Obstructive sleep apnea and cardiovascular disease: a perspective and future directions. *Prog Cardiovasc Dis.* 2009;51:434-51.
5. Álvarez-Estévez, Diego, Fernández Pastoriza, José M., Hernández Pereira, Elena, Moret Bonillo Vicente. A method for the automatic analysis of the sleep macrostructure in continuum. *Expert Systems with Applications.* 2013, vol.40, issue 5, 1796-1803.
6. C.A. Kushida, M.R. Litner, T. Morgenthaler, C.A. Alessi, D. Bailey, J. Coleman, *et al.* Practice parameters for the indications for polysomnography and related procedures: an update for 2005. *Sleep*, 38 (2005), pp. 499-521.
7. P. Lloberes, J. Duran-Cantolla, M.A. Martínez-García, J.M. Marín, A. Ferrer, J. Corral, *et al.* Diagnóstico y tratamiento del síndrome de apneas-hipopneas del sueño. *Arch Bronconeumol*, 47 (2011), pp. 143-156.
8. C.A. Kushida, A. Chediak, R.B. Berry, L.K. Brown, D. Gozal, C. Iber, *et al.* Clinical Guidelines for the Manual Titration of Positive Airway Pressure in Patients with Obstructive Sleep Apnea Positive Airway Pressure Titration Task Force of the American Academy of Sleep Medicine. *J Clin Sleep Med*, 4 (2008), pp. 157-171.

9. Kushida CA; Chediak A; Berry RB; Brown LK; Gozal D; Iber C; Parthasarathy S; Quan SF; Rowley JA; Positive Airway Pressure Titration Task Force of the American Academy of Sleep Medicine. Clinical guidelines for the manual titration of positive airway pressure in patients with obstructive sleep apnea. *J Clin Sleep Med* 2008;4(2):157–171.
10. Condos R, Norman RG, Krishnasamy I, Peduzzi N, Goldring RM, Rapoport DM. Flow limitation as a noninvasive assessment of residual upper-airway resistance during continuous positive airway pressure therapy of obstructive sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;150:475-80.
11. Uong EC, Epperson M, Bathon SA, Jeffe DB. Adherence to nasal positive airway pressure therapy among school-aged children and adolescents with obstructive sleep apnea syndrome. *Pediatrics* 2007;120:e1203-11.
12. Randerath WJ, Galetke W, Ruhle KH. Auto-adjusting CPAP based on impedance versus bilevel pressure in difficult-to-treat sleep apnea syndrome: a prospective randomized crossover study. *Med Sci Monit* 2003;9:CR353-8.
13. Fietze I, Glos M, Moebus I, Witt C, Penzel T, Baumann G. Automatic pressure titration with APAP is as effective as manual titration with CPAP in patients with obstructive sleep apnea. *Respiration* 2007;74:279-86.
14. Seegobin RD, van Hasselt GL. Endotracheal cuff pressure and tracheal mucosal blood flow: endoscopic study of effects of four large volume cuffs. *Br Med J (Clin Res Ed)*1984; 288:965-8.
15. International consensus conferences in intensive care medicine: Ventilator-associated Lung Injury in ARDS. This official conference report was cosponsored by the American Thoracic Society, The European Society of Intensive Care Medicine, and The Societe de Reanimation de Langue Francaise, and was approved by the ATS Board of Directors, July 1999. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;160:2118-24.
16. Nino-Murcia G, McCann CC, Bliwise DL, Guilleminault C, Dement WC. Compliance and side effects in sleep apnea patients treated with nasal continuous positive airway pressure. *West J Med* 1989;150:165-9.

17. Miljeteig H, Hoffstein V. Determinants of continuous positive airway pressure level for treatment of obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* 1993;147(6 Pt 1):1526-30.
18. Sanders MH, Kern N. Obstructive sleep apnea treated by independently adjusted inspiratory and expiratory positive airway pressures via nasal mask. Physiologic and clinical implications. *Chest* 1990;98:317-24.
19. Resta O, Guido P, Picca V, et al. Prescription of nCPAP and nBIPAP in obstructive sleep apnoea syndrome: Italian experience in 105 subjects. A prospective two centre study. *Respir Med* 1998;92:820-7.
20. Marcus CL, Rosen G, Ward SL, et al. Adherence to and effectiveness of positive airway pressure therapy in children with obstructive sleep apnea. *Pediatrics* 2006;117:e442-51.
21. Reeves-Hoche MK, Hudgel DW, Meck R, Witteman R, Ross A, Zwillich CW. Continuous versus bilevel positive airway pressure for obstructive sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;151(2 Pt 1):443-9.
22. Rauscher H, Formanek D, Zwick H. Nasal continuous positive airway pressure for nonapneic snoring? *Chest* 1995;107:58-61.
23. Montserrat JM, Ballester E, Olivi H, et al. Time-course of stepwise CPAP titration. Behavior of respiratory and neurological variables. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152(6 Pt 1):1854-9.
24. Guilleminault C, Stoohs R, Clerk A, Cetel M, Maistros P. A cause of excessive daytime sleepiness. The upper airway resistance syndrome. *Chest* 1993;104:781-7.
25. Berthon-Jones M. Feasibility of a self-setting CPAP machine. *Sleep* 1993;16(8 Suppl):S120-1; discussion S121-3.
26. Hirshkowitz M, Sharafkhaneh A. Positive airway pressure therapy of OSA. *Semin Respir Crit Care Med* 2005;26:68-79.
27. Berry RB. Medical therapy. In: Johnson JT, Gluckman JL, Sanders MH, eds. *Obstructive sleep apnea*. London: Martin Dunitz; 2002:89-118.
28. Schwartz AR, Kacmarek RM, Hess DR. Factors affecting oxygen delivery with bi-level positive airway pressure. *Respir Care* 2004;49:270-5.

29. Teschler H, Stampa J, Ragette R, Konietzko N, Berthon-Jones M. Effect of mouth leak on effectiveness of nasal bilevel ventilatory assistance and sleep architecture.[comment]. *Eur Respir J* 1999;14:1251-7.
30. Yoder EA, Klann K, Strohl KP. Inspired oxygen concentrations during positive pressure therapy. *Sleep Breath* 2004;8:1-5.
31. International Classification of Sleep Disorders, 2<sup>a</sup> ed. Westchester IL:American Academy of Sleep Medicine, 2005.
32. Arand D, Bonner M, Mitler M, Rosa R, Sangal RB. The clinical use of de MSLT and MTW. Reviu by the MSLT and MWT Task Force of Standards of Practice Committee of the American Academy of Sleep Medicine. *Sleep*;28(1):123-44.
33. Carskadon M, Dement WC, Mitler MM et al. Guidelines for the MSLT: a standard measure for sleepiness. *Sleep* 1986;9:519-24.
34. Nic Butkov. Polysomnography recording system. En: Butkov N, Lee-Chiong T, eds. *Fundamentals of sleep technology*. Philadelphia : Lippincott Williams&Wilkins, 2007; p. 259-70.
35. Fisch BJ. Digital and analog EEG instruments : parts and functions. En : Fisch BJ, ed. *Fisch and Spehlman's EEG primer: Basic principles of digital and analog EEG*. Amsterdam: Elvier, 1999; p.35-72
36. Ancoli-Israel S. Actigraphy. In *Principles and Practice of Sleep Medicine*. Editorial Elsevier Saunders; 2005. Fourth edition. 1459-1467.
37. Tryon WW. Issues of validity in actigraphic sleep assessment. *Sleep*. 2004;27(1):158-165.
38. ACCP sleep medicine board reviw. Northbrook, IL:American College of Chest Physicians, 2009; p.19-26.
39. Patil SP. What every clinician should know about polysomnography. *Respir Care* 2010; 55(9): 1179-95.
40. Keenan SA. Polysomnographic technique: an overview. En: Chokroverry S, ed. *Sleep disorders medicine: basic science, technical. Considerations, and clinical aspects*. Boston: Butterworth-Heinemann, 1999; p.149-70.

41. Thomas SJ. Basic principles of polysomnography including electrical concepts. *Respir Care Clin N Am* 20005; 11(4): 587-95, vii.
42. Finch BJ. Digital analog EEG instruments: parts and functions. En: Fisch BJ, ed. *Fisch and Spehlman's EEG: basic principles of digital and analog EEG*. Amsterdam: Elsevier, 1999; p.35-72.
43. Ramos-Argüelles, F. et al. Técnicas básicas de electroencefalografía: principios y aplicaciones clínicas. *Anales Sis San Navarra* [online]. 2009, vol.32, suppl.3 [citado 2019-10-29], pp.69-82. Disponible en: <[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1137-66272009000600006&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272009000600006&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 1137-6627.
44. Berry RB, Albertario CL, Harding SM, et al.; for the American Academy of Sleep Medicine. *The AASM Manual for the Scoring and Associated Events: Rules, Terminology and Technical Specifications*. Versión 2.5. Darien, IL: American Academy of Sleep Medicine; 2018.
45. Sociedad Española del Sueño (de) *Tratado de Medicina del Sueño*. Editorial Médica Panamericana. Madrid 2015 ISBN: 978-84-9835-203-0
46. Morante Vèlez F, Carbajo E. *Manual de procedimientos en trastornos respiratorios del sueño*. Manual SEPAR de procedimientos N° 20. 2010.
47. Iber C, Ancoli-Israel S, Chesson A, and Quan SF for the American Academy of Sleep Medicine. *The AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events: Rules, Terminology and Technical Specifications*, 1<sup>st</sup>. ed: Westchester, IL: American Academy of Sleep Medicine, 2007.
48. Hospital Victoria Eugenia (sin fecha). *Poligrafía cardiorespiratoria*. Cruz Roja. <https://hospitalveugenia.com/pruebas-medicas-sevilla/poligrafia-cardio-respiratoria-sevilla-neurofisiologia/>
49. Clínica Somno (2021). *Poligrafía respiratoria*. Clínica Somno. <https://www.somno.cl/poligrafia-respiratoria/>
50. Mediano O, González Mangado N, Montserrat JM, et al. International Consensus Document on Obstructive Sleep Apnea. *Arch Bronconeumol*. 2022 Jan;58(1):52-68.













---

El avance significativo y la notable evolución de la medicina de sueño, ha incrementado la necesidad de tener a profesionales formados en la materia.

Este manual ha sido elaborado por profesionales expertos, que actualment desarrollan su tarea en diferentes Laboratorios de sueño. El objetivo común ha sido contrastar y modificar conceptos y procedimientos, con el propósito de desarrollar un documento explicativo que pueda servir de guía a otros profesionales que se dedican a dicha tarea.

Este libro contiene los principales conceptos que debe conocer un profesional en una unidad de sueño, tanto en la adquisición como en la interpretación de la señal.

Pretendemos que os sirva de ayuda en vuestro día a día y esperamos poder ir actualizando y ampliando a medida que evoluciona la disciplina.

---



Universidad  
**Católica de  
Valencia**  
San Vicente Mártir

