

Módulo 3. Cómo elegir un dispositivo

Existen varios aspectos que los investigadores, médicos o consumidores deben tener en cuenta al seleccionar un dispositivo ponible para el sueño.

Baterías: Debido a que las baterías tienden a degradarse después de un par de años, los dispositivos con baterías removibles son mejores para prolongar la vida útil. Esto es útil para estudios en los que la pérdida de datos es crítica y el tiempo necesario para cargar un dispositivo puede resultar problemático. Para dispositivos recargables, es importante considerar con qué frecuencia se debe hacer la recarga cuando están en uso, cuánto tiempo lleva cargarlos y si esto será efectivo para su uso en una población determinada.

Inicialización basada en hardware: Muchos dispositivos modernos utilizan almacenamiento en la nube y aplicaciones móviles. Esto es conveniente para los investigadores que necesitan acceder a una visión general de los datos de varios participantes durante un período de estudio, para monitorear tendencias y cumplimiento. Sin embargo, algunas personas se preocupan por la privacidad de los datos, por lo que, en estos casos, se prefieren dispositivos que el investigador maneje físicamente.

Sensores: Si bien el uso de múltiples sensores para capturar varios parámetros fisiológicos conduce a una mejor estimación del sueño en comparación con la vigilia, así como del tiempo pasado en diferentes etapas del sueño, estos dispositivos a menudo tienen una vida útil de batería más corta. Por lo tanto, para estudios donde solo se necesita saber si se está durmiendo o despierto, los acelerómetros que registran solo el movimiento pueden ser más rentables y causar menos problemas en cuanto a la frecuencia de carga.

Aplicaciones/Software nativo: Muchos de los ensayos clínicos actuales utilizan dispositivos que no ocultan los datos de sueño a los participantes. Las aplicaciones móviles pueden promover la participación y el cumplimiento con el protocolo del estudio, lo que es efectivo para la recopilación de datos. Sin embargo, proporcionar retroalimentación sobre el sueño sirve como una intervención activa que puede sesgar otros resultados. Por esta razón, se debe incorporar un grupo de control que use el dispositivo ponible en combinación con un placebo o una terapia alternativa en el diseño del estudio.

Algoritmos: La mayoría de los algoritmos más antiguos utilizados en el desarrollo inicial de tecnologías ponibles para el sueño están disponibles públicamente, pero están diseñados para dispositivos más antiguos que no son frecuentes en la investigación actual. Los algoritmos propietarios y las actualizaciones inesperadas del firmware pueden afectar la recopilación de datos a mitad de camino durante un estudio en curso. Por lo tanto, las versiones de software y firmware deben registrarse e incluirse como co-



variables durante los análisis de datos. Si las actualizaciones pueden suspenderse durante un período de estudio, eso puede ser preferible para controlar algunos de los efectos que esto puede tener en la puntuación del sueño.

Compensación: Los investigadores pueden considerar si un dispositivo se convertirá en parte de la compensación de la persona luego de su participación en un estudio. En algunos diseños de estudio, esto puede reducir los costos totales de compensación.

A medida que los dispositivos continúan desarrollándose y las aplicaciones se adaptan cada vez más para satisfacer las preferencias de los consumidores, es importante que los parámetros sigan siendo científicamente sólidos. Por ejemplo, el "sueño ligero" puede clasificarse como N1 o N1+N2. De manera similar, el "sueño profundo" puede clasificarse como N3/SWS solo, o N2+N3. Es importante que los investigadores sean conscientes de cómo los dispositivos que están utilizando clasifican la arquitectura del sueño.

Existe una falta significativa de regulación para las tecnologías ponibles de evaluación del sueño. Como tal, muchos fabricantes hacen conjeturas que pueden no estar respaldadas por diseños de estudio rigurosos. Además, muchos de los dispositivos de consumo más nuevos no están diseñados para investigación o uso clínico. Encontrar un equilibrio entre utilizar un dispositivo con una plataforma amigable para el usuario que los participantes disfruten y uno que esté mejor diseñado para un entorno de investigación puede llevar tiempo de prueba, y se debe considerar con mucho cuidado.

Conocer los requisitos de una población de estudio específica es esencial cuando los clínicos o investigadores están seleccionando un dispositivo adecuado. Por ejemplo, algunos pacientes con Alzheimer pueden tener una mejor adherencia al estudio si tienen baterías reemplazables disponibles en lugar de aquellos que tienen un dispositivo que debe retirarse y cargarse cada 24-72 horas. Puede haber otros pacientes para quienes obtener una retroalimentación de la aplicación móvil u otro software es estresante, especialmente cuando se asignan puntuaciones a la calidad del sueño.

En el caso de estudio de privación de sueño, prueba de medicamentos o paradigma de manipulación circadiana, algunos dispositivos pueden funcionar mejor que otros. Los dispositivos que utilizan algoritmos que pueden detectar mejor el sueño diurno pueden ser importantes en horarios de sueño alterados o en poblaciones que hacen siestas durante el día.

En estudios en los que se sabe que los medicamentos alteran la frecuencia cardíaca, las vinchas de EEG pueden ser más adecuadas que los dispositivos que se llevan en la muñeca o el dedo y utilizan la frecuencia cardíaca para estimar el sueño. El hecho de medir la actividad cortical ayuda a capturar etapas más profundas del sueño no REM que las captadas por la actigrafía.



Para saber qué dispositivo es el más adecuado se debe considerar cuidadosamente cuáles son los resultados de interés y luego, encontrar un dispositivo que informe esos resultados de manera efectiva. El acceso completo a los datos (intervalo por intervalo, en lugar de datos resumidos) permite una mejor reproducibilidad de los datos y la corrección manual de anomalías y errores. El acceso a los datos sin procesar también permite análisis secundarios mediante algoritmos personalizados que pueden ser más adecuados o específicamente diseñados para poblaciones especiales. El proceso para poder acceder debe documentarse y reportarse en los estudios.

Algunas áreas de la investigación del sueño son más adecuadas que otras para el uso de dispositivos de sueño ponibles. Actualmente, hay pocos indicadores y estándares adecuados para mapear el sueño diurno, por ejemplo, que es común en bebés, niños y personas mayores.

La Sociedad de Medicina del Sueño Conductual (SBSM, por sus siglas en inglés) proporciona varias consideraciones de dispositivos para investigadores que deseen implementar tecnologías ponibles en sus estudios:

1. Los dispositivos deben ser acelerómetros triaxiales.
2. Se recomiendan los modos de registro TAT o PIM.
3. Se deben considerar las dimensiones del producto, especialmente para niños y bebés.
4. Se recomiendan marcadores de eventos.
5. Se recomiendan también sensores de luz para ayudar a los evaluadores a estimar mejor el sueño vs. la vigilia.
6. Se requiere una batería que pueda registrar datos durante un mínimo de 3 días. La vida útil de la batería debería ser de 2 semanas o más.
7. El dispositivo debe ser capaz de almacenar datos durante un mínimo de 3 días y continuar almacenando los datos incluso si la batería falla.
8. Se requiere soporte al cliente tanto para el hardware como para el software del dispositivo.

La SBSM también sugiere considerar la disponibilidad de características adicionales para la puntuación o edición de archivos, según sea necesario. Esto incluye la capacidad de:

- Ver un actigrama visual para la puntuación manual.
- Cambiar de visualización de un solo día a visualización de dos o varios días.



- Cambiar la hora de inicio y fin de la visualización (por ejemplo, de 9 a.m. a 9 a.m. o de medianoche a medianoche).
- Fusionar registros separados.
- Reajustar la duración de las épocas, por ejemplo, de 30 segundos a 2 minutos.
- Forzar la puntuación de vigilia cuando está claro que el dispositivo estaba fuera de la muñeca o del dedo y el paciente no estaba durmiendo (por ejemplo, se lo quitó durante el baño).
- Reemplazar un período de tiempo de vigilia conocido con un cierto nivel de actividad (es decir, un promedio diario o un número fijo).
- Exportar datos sin procesar intervalo por intervalo.
- Puntuar automáticamente intervalos de descanso y algoritmos de detección de que el dispositivo fue retirado de la muñeca.

Gestión de la información

Inicialización del dispositivo

Se deben seguir los siguientes pasos al inicializar un dispositivo para su uso:

1. Instalar o preparar una batería nueva o con carga completa.
2. Especificar las horas de inicio y finalización de la recopilación de datos. Esto permite la grabación desde que el dispositivo se inicializa por primera vez o retrasarse hasta un momento adecuado en el futuro.
3. Configurar el modo de grabación (es decir, PIM vs. ZCM).
4. Establecer la duración del intervalo deseado (normalmente 30 segundos).
5. Activar la grabación de luz y la detección de uso si se considera necesario.
6. Preparar la opción de marcador de eventos. Esto permite a los usuarios señalar manualmente al dispositivo cuando están preparados para un episodio de sueño y puede ser útil durante la puntuación.
7. Importar datos de usuario o características personales.

Después de la inicialización del dispositivo, es importante descargar los datos sin procesar y comprobar que contienen todo lo necesario. Es preferible tener los datos sin procesar en formato de texto, como un archivo CSV, para proporcionar flexibilidad



durante los análisis. Determinar qué formatos de archivo están disponibles durante la etapa de inicialización.

Integridad de los datos

La integridad de los datos se mantiene cuando los investigadores aseguran su precisión y consistencia a lo largo de la vida útil de un dispositivo dado. Esto incluye comprobaciones del propio dispositivo, de su capacidad para registrar actividad y durante el proceso de puntuación.

Antes de desplegar un dispositivo en el campo, primero se debe probar para asegurarse de que funcione como se supone. Pasos para asegurarse de que el dispositivo se ha probado:

1. Comprobar que el dispositivo esté configurado correctamente.
2. Comprobar que la hora se muestra correctamente.
3. Usar el dispositivo durante uno o varios días y descargar los datos.
4. Guardar el dispositivo en una caja de metal durante la noche para evaluar la detección falsa en la muñeca y el movimiento.
5. Volver a usar el dispositivo y descargar los datos una vez más.

Dado que estos dispositivos están diseñados para que se los use constantemente, suelen estar expuestos a los elementos. Mantenerlos limpios es importante, especialmente si varios individuos usarán los dispositivos. La mayoría de los dispositivos más nuevos son resistentes al agua para permitir su uso durante el baño y la natación, y se pueden limpiar fácilmente sumergiéndolos en agua con jabón y enjuagándolos. Otros dispositivos necesitan más cuidado, aunque suelen ser resistentes al agua y se pueden limpiar suavemente.

Asegurarse de que los dispositivos que son utilizados repetidamente por pacientes o participantes en el estudio reciban una calibración o mantenimiento regular, al igual que aquellos que no se usan por largos períodos de tiempo. Esto puede hacerlo el personal del estudio a través de observaciones simples sobre cómo responde el dispositivo a la actividad intensa frente a la actividad ligera y varios días de uso continuo. Sin embargo, los dispositivos con software nativo a menudo deben ser devueltos al fabricante para controles más exhaustivos, por lo que es importante que este tiempo de respuesta se incorpore en los plazos del estudio. Tener al menos un dispositivo de repuesto disponible puede permitir solucionar fallas inesperadas.



Agregar un diario de sueño a los protocolos de estudio es ideal, ya que puede capturar algunas de las limitaciones asociadas con los dispositivos ponibles. En particular, puede diseñarse de manera que investigue los momentos en que el dispositivo estuvo fuera de la muñeca, además de las recurrencias estándar del tiempo en la cama cuando los datos de actigrafía no son claros. Además, puede proporcionar información importante sobre la percepción de la calidad del sueño, lo que puede ser valioso para los investigadores.

Una base de datos de control de calidad (QC) es una adición útil que los investigadores pueden incorporar en sus diseños de estudio. Puede realizar un seguimiento de la información continua sobre cada registro, capturando una línea de tiempo de los dispositivos utilizados, los puntuadores asignados a cada archivo y las características específicas de cada grabación.

Los investigadores pueden considerar realizar un seguimiento de:

- Los nombres y apellidos de los puntuadores.
- Marca, modelo y números de serie del dispositivo.
- Versiones del firmware.
- Versiones del algoritmo.
- Hora de instalación de la batería.
- Duración de la época.
- Modo de grabación.
- Fecha de inicio.
- Fecha de la última calibración.
- Períodos de uso falso.

Las siestas también pueden registrarse en una base de datos de control de calidad utilizando los siguientes pasos:

1. Permitir que se registren hasta 5 siestas por día.
2. Para cada día, seleccionar solo las siestas que se puntuaron.
3. Si el sujeto indicó que hizo una siesta, pero no hay evidencia, seleccionar "ninguna".
4. Si se puntuó una siesta, indicar la certeza de esa siesta.



5. Para cada día, comenzar con la siesta 1. Hacer selecciones solo para las siestas que se puntuaron o que indicó el sujeto.

Evaluar la confiabilidad entre puntuadores al evaluar la concordancia con los siguientes aspectos:

- Validez de la grabación.
- Número de días válidos.
- Días sin sueño.
- Intervalos excluidos y tiempo fuera de la muñeca.
- Presencia de siestas.
- Número de intervalos.

Dispositivos disponibles en el mercado

Entonces, hay un registrador de micro-movimientos. No se puede encontrar una imagen decente. Deberíamos haber tomado una foto de uno de los nuestros. Es de Ambulatory Monitoring. No son baratos. Probablemente puedas obtener un descuento si compras en grandes cantidades. Por lo general, si estás comprando muchos de cualquiera de estos dispositivos de investigación para un estudio te ofrecerán una buena tarifa. Se utiliza en varios estudios de investigación desde hace mucho tiempo. Muy utilizado en la investigación del sueño, tiene los mejores datos de validación para distinguir entre sueño y vigilia en comparación con todos los actígrafos. No detecta si está fuera de la muñeca, y eso no es cierto. Los dispositivos más nuevos sí la tienen. Solían no tenerla. Todos los que me entrenaron no la tenían, pero los más nuevos sí la tienen. Y no son totalmente impermeables, pero son bastante resistentes al agua.

Este es el ActiWatch fabricado por Philips-Respironics. Tampoco son baratos. Muchos estudios de investigación están utilizando ActiWatches. Ventajas: es realmente estándar y este dispositivo es resistente al agua. Los ActiWatch Twos regulares no tienen esfera de reloj ni detección fuera de la muñeca, a pesar de que son bastante caros. Los modelos Spectrums son los más utilizados. Los Twos son más comunes en clínicas y los Spectrums en investigación. Existen modelos PRO y PLUS que cuestan alrededor de \$1000 cada uno. No son baratos. Varios estudios los han utilizado, y tienen fotómetros separados para luces rojas, verdes y azules. Puedes ver la luz activa circadiana, lo cual es agradable. Y tienen una esfera de reloj y detección fuera de la muñeca. Muy estudiados. Tienen muchas características. Son más caros.

El GT3X es fabricado por Actigraph. Mucho más barato. Verás estos dispositivos en muchos estudios porque son los más económicos y funcionan bien. Especialmente en estudios grandes que intentan comprar muchos dispositivos. A menudo optarán por estos. Menos estudios de validación publicados. Sin embargo, hay algunos. Se utilizaron mucho porque eran muy económicos. Esta es una empresa que ha hecho mucho en trabajos de ejercicio, pero no tanto en el campo del sueño. Se usaron mucho en investigaciones del sueño antes de que realmente hubiera estudios de validación sólidos. Pero ahora hay algunos. Muy utilizados en investigaciones sobre actividad física, mucho menos costosos.

Su algoritmo de puntuación es interesante. No tienen uno propio. Tienen un software de puntuación. Entonces, este es un Excelometer, como si no tuviéramos nuestro propio algoritmo. ¿Quieres usar el algoritmo Sun Arrow, uno llamado Criptkey, el de UCSD o el algoritmo de Scripts? Sí, los tenemos cargados, y todos son gratuitos. Usa el que prefieras, ninguno está desarrollado específicamente para el dispositivo, aunque parezca que sí, pero si observas los estudios de validación, funcionan bastante bien. Vimos que estos algoritmos son muy similares entre sí y son bastante robustos para distinguir entre sueño y vigilia. Y no tienen detección de estar fuera de la muñeca, lo cual es importante para mí.

Está el MotionWatch. Este es más popular en Europa. Son realmente caros. No hay tantos estudios que los hayan utilizado, pero antes de que Phillips comprara el ActiveWatch, había una empresa llamada Minmiter que fabricó el dispositivo original ActiveWatch. Esto ocurrió con ese dispositivo original. Es tan ligero que prácticamente no pesa, utiliza una batería reemplazable, es muy estable y solo mide movimiento. Y es como las entrañas originales del ActiWatch. La tecnología está bastante probada y tiene una batería reemplazable y datos exportables, pero sigue siendo muy cara para lo que es. Y no tiene detección fuera de la muñeca. Es el antiguo Minmiter ActiveWatch en un nuevo estuche. Es un poco más estable que la antigua tecnología.

Existe el GeneActive. No son tan caros como algunos de los otros dispositivos actígrafos. Varios estudios los utilizaron, incluido un estudio de validación del sueño. Una ventaja es que proporcionan todos los datos de muestra sin procesar. Puedes obtener todo de este dispositivo. Puedes utilizar cualquier algoritmo o el suyo propio. También mide la temperatura de la piel. Pensé que medía la conductancia de la piel, pero no lo hace, solo la temperatura de la piel. Gracias a los datos sin procesar se pueden hacer muchas cosas. Por ejemplo, aquí se observa una salida que muestra la temperatura de la piel durante 24 horas y hay muchas cosas que puedes hacer.

Está el WatchPAT fabricado por Itamar. Sí, es muy caro porque en realidad no es un dispositivo de detección del sueño. Es un dispositivo de detección de apnea del sueño, pero tiene un actígrafo para medir el sueño y la vigilia. Nadie lo ha validado realmente. Todos lo aceptan porque no les interesa la detección de apnea del sueño. Les importa si



dejan de respirar; mide la tonalidad arterial periférica y la saturación de oxígeno para la apnea del sueño, pero la actigrafía es la más estudiada. Es el dispositivo que se coloca en el dedo para medir la onda de pulso y lo utiliza para obtener la respiración. No sé exactamente cómo, pero es un dispositivo de detección de apnea del sueño estándar y es el más portátil.

Este es un dispositivo alternativo. Es el PAM-RL; básicamente es para las piernas inquietas y los movimientos periódicos de las extremidades durante el sueño. Es un actígrafo para las piernas. Y se ha utilizado antes. No se utiliza para estimar el sueño, sino más bien para cuantificar los movimientos de las extremidades. Quería mencionarlo. Está analizando la PSG con respecto al dispositivo que mide el movimiento. Y funciona bastante bien.

Está el Fitbit. Esta es la principal empresa de dispositivos ponibles para consumidores. Los modelos actuales son el Inspire, Charge, Lux, Versa y Sense. Miden el movimiento y la frecuencia cardíaca. Algunos dispositivos tienen la capacidad de medir el oxígeno y ECG. Cuestan entre uno y trescientos dólares. Ahora hay muchos estudios publicados que los utilizan. Y los datos de validación son bastante buenos. Ya hemos visto algunos de ellos. Requieren buenos datos en los dispositivos que también tienen frecuencia cardíaca. Prácticamente todo lo que fabrican ahora incluye frecuencia cardíaca. Eso es bueno, pero es importante destacar que no hay diferencias en la puntuación del sueño entre los dispositivos. Si tienen movimiento y frecuencia cardíaca, es esencialmente el mismo acelerómetro, la misma señal de PPG y el mismo algoritmo. Y eso ha sido confirmado oficialmente por la empresa. Por un lado, significa que no hay un punto de venta que diga que uno puntúa el sueño mejor que otro, pero también significa que los dispositivos son intercambiables en la investigación del sueño, lo cual es útil.

Cuando los usamos, utilizamos el Inspire porque es el más económico. Te proporciona todo lo que necesitas. Y cuesta la mitad que muchos de los otros... Está diseñado para un uso más amplio. Entonces, es económico, tiene buenos datos de validación para el sueño/vigilia, es útil para el insomnio, algo que sufriré dentro de poco, y se pueden modificar los intervalos que uno está en la cama dentro de la aplicación, lo cual también tengo que hacer un poco. La mayoría de la gente no sabe que se pueden alterar los intervalos en la cama en la aplicación Fitbit, mientras que otros dispositivos ponibles generalmente no lo permiten.

La carga de datos y la puntuación se hacen en la aplicación, y se necesita una API para acceder a los datos. Entonces, no puedes obtener los datos directamente. En primer lugar, tienes el problema de dónde obtener los datos. Debes descargar los datos en la aplicación, que luego envías a través de la nube, lo que significa que el usuario tiene acceso a todos sus datos. Entonces, no puedes ocultarles nada y no puedes suprimir la retroalimentación ni las recomendaciones de la aplicación. No puedes suprimir eso. A veces, esto crea una



intervención compuesta. Pero tampoco obtienes los datos. Puedes usar un programa de terceros para obtener sus datos. Si te dan acceso, debes iniciar sesión.

Oura es otra de las más comunes. El modelo actual es la versión tres. Evalúa el movimiento y la frecuencia cardíaca, pero en el dedo. Algunos dispositivos pueden ser capaces de medir el oxígeno. Cuesta alrededor de \$300. Las versiones anteriores son buenas, pero no han realizado un estudio de validación de la versión tres. No sé si ha cambiado. No sé si es diferente. Tiene una plataforma de investigación útil. A diferencia de Fitbit, donde tienes que utilizar una API adicional y pasar por algo más, Oura tiene su propia plataforma de investigación a la que puedes acceder.

Es pequeño, a la gente le gusta y no se cae de la muñeca. Por lo tanto, obtienes datos más consistentes. Requiere el ajuste adecuado. Al igual que con los anillos, no es una tira pequeña o grande. Es... ¿qué tamaño de anillo usas? Y luego debes pedirlo para cada persona. Si estás realizando un estudio en el que tienes que comprar muchos, podría ser problemático. Y la versión tres requiere una suscripción para usarla, eso es nuevo (antes podías obtener el dispositivo y comprar una suscripción para funciones avanzadas). Ahora muchas de las funciones básicas se consideran funciones avanzadas y algunas de las otras métricas que te ofrecen no están validadas.

Está Whoop, lo mencioné. El modelo actual es la versión cuatro. También tiene movimiento y frecuencia cardíaca. Este es un modelo de suscripción en el que te dan el dispositivo y pagas mensualmente. Ese es su modelo y al final cuesta... Me tomó un tiempo averiguar cuánto cuesta, pero cuesta alrededor de \$300 al año. Si estás suscrito, hay algunos estudios que muestran un buen rendimiento. Mostré uno antes. A la gente realmente le gusta, es cómodo. Se puede llevar en la muñeca e incluso como una banda en el brazo. Las personas lo usan para hacer ejercicio de esa manera. A veces puede ser difícil acceder a los datos para la investigación. Yo personalmente no lo he hecho, pero conozco personas que lo han utilizado para investigación y ha sido un problema; tal vez ya no lo sea. Y hay muchas otras métricas y características en el dispositivo que no están validadas, y te ofrecen todos esos números, sin distinguir cuál es un número confiable y cuál no lo es.

Apple Watch. El modelo siete, que es el último, tiene movimiento y frecuencia cardíaca. También tiene algunas funciones de ECG y medición de oxígeno por \$800. Existen algunos estudios de validación con algoritmos de puntuación personalizados, pero no se ha probado cada aplicación específica. Entonces, ¿es bueno el Apple Watch para el sueño? Bueno, el reloj en sí es bueno, pero ¿de qué aplicación estás hablando? No sé. Los sensores parecen ser muy buenos, y tienen una plataforma llamada Health Kit, que también puede integrar datos de otros dispositivos. Es bueno, pero la duración de la batería es muy mala. Normalmente no duran ni 24 horas. Para ser honesto, debido a la falta de una aplicación



estandarizada para datos de investigación, es muy costoso como dispositivo de detección del sueño.

Luego está Garmin, que fabrica varios dispositivos. Los modelos actuales son el Phoenix siete y el Vivoactive cuatro. Hay otros, pero esos son los principales para el sueño. Movimiento, frecuencia cardíaca y oxígeno, dos a 400 dólares. Los datos de investigación no son sólidos en estos dispositivos. No hay muchos estudios que los hayan utilizado en investigaciones y que hayan demostrado un buen rendimiento. Los que los utilizan, no muestran que sean excelentes. Por lo general, el rendimiento no es tan bueno. Ofrecen muchas características relacionadas con la aptitud física y el GPS que los otros no tienen, y podrían ser geniales porque se centran más en la aptitud física. Igual, aún faltan datos de validación y no tienen una plataforma de investigación que yo conozca. Puede que la tengan y puede que sea nueva.

Quiero mencionar el Amazon Halo. Tiene un visor y una banda. Evalúa el movimiento y la frecuencia cardíaca. Cuesta \$55 más una suscripción mensual que no puedo entender cuánto cuesta. Y aún no lo he comprado. No sé cuánto cuesta y no lo encuentro en el sitio web. No tengo conocimiento de ningún dato de investigación al respecto. La gente está hablando de eso, pero no tengo información sobre la validación que se ha realizado. También al parecer tiene muchas otras funciones: mide y proporciona retroalimentación sobre aplicaciones y se conecta con otras cosas. No sé cómo funciona nada de eso ni si ha sido validado o no. Simplemente creo que es nuevo en el mercado y necesita ser probado.

Implementación

Al momento de desplegar un dispositivo para su uso en un estudio, en caso de que se requiera conexión a una aplicación, el personal del estudio puede crear direcciones de correo electrónico ficticias y enviarlas a los participantes como una forma de proteger la privacidad y cumplir con las pautas de la Ley de Transferencia y Responsabilidad de Seguro Médico (HIPAA, por sus siglas en inglés). Esto permite que los datos no se puedan identificar desde el comienzo del estudio.

Es una buena práctica proporcionar a los participantes instrucciones escritas de funcionamiento para el uso del dispositivo cuando comienzan el estudio. Estas deben explicar cómo se supervisará el cumplimiento del estudio y cuáles son las expectativas requeridas de los participantes. Deben indicar las expectativas de recarga o reemplazo de la batería, así como los pasos diarios de sincronización. Se deberían incluir respuestas comunes para la solución de problemas, en caso de ser apropiado.

Es importante considerar las pautas de atención según cómo se utilizará el dispositivo, especialmente si la población del estudio incluye personas con trastornos o



enfermedades, o si se manipularán los ritmos circadianos como parte del diseño del estudio.

Se recomienda que los médicos consideren el uso de la actigrafía en pacientes que presenten lo siguiente:

- Trastorno de insomnio (tanto en adultos como en niños).
- Trastorno del ritmo circadiano sueño-vigilia (tanto en adultos como en niños).
- Sospecha de trastorno respiratorio del sueño, en conjunto con un dispositivo de prueba domiciliaria del sueño.
- Sospecha de trastornos centrales de hipersomnia (por ejemplo, narcolepsia) en el período previo a la prueba de latencia múltiple del sueño (MSLT).
- Sospecha de síndrome de sueño insuficiente.

Los médicos no deben utilizar la actigrafía en lugar de la electromiografía para el diagnóstico del trastorno de movimientos periódicos de las extremidades (Smith et al., 2018).

Para su uso en la clínica, los profesionales necesitarán una computadora con licencia para acceder a cualquier software relevante. El personal de apoyo puede recibir capacitación sobre cómo distribuir, recopilar y gestionar los datos de actigrafía. La mayoría de los softwares generan automáticamente informes clínicos, pero los médicos suelen requerir inspeccionar las grabaciones, especialmente cuando se comparan con los datos del diario de sueño.

Los pacientes pueden llevar datos de dispositivos ponibles en lugar de diarios de sueño. Estos pueden ser materiales complementarios útiles para un médico, pero nunca pueden reemplazar a los diarios de sueño que miden diferentes aspectos.

Algunos pacientes se preocupan mucho por los datos de dispositivos ponibles, incluso si su sueño es normal. Los pacientes con algunos problemas de sueño o problemas diurnos pueden recurrir a métricas en busca de respuestas, de todos modos, sentirán que su sueño es insatisfactorio. Esto es especialmente problemático para los datos de estadificación del sueño.

La ortosomnia es un término relativamente nuevo utilizado para describir la búsqueda obsesiva del sueño óptimo, y ha empeorado en los últimos años debido a la creciente popularidad de las tecnologías ponibles de seguimiento del sueño. Al poner demasiado énfasis en los datos de estos dispositivos, las personas pueden sobreestimar la precisión de los datos que suelen no ser tan certeros y perder de vista su capacidad para confiar en



sus propios pensamientos y sentimientos sobre su sueño. Es importante que los profesionales tranquilicen a los pacientes que experimentan ortosomnia sobre las limitaciones de estos dispositivos para informar con precisión los datos de estadificación del sueño. No se deben utilizar estos dispositivos para respaldar la medicina del sueño conductual en casos en los que obstaculicen las mejoras en el sueño.

Para aquellos que no corren riesgo de ortosomnia, estos pueden ser útiles para los profesionales de la medicina del sueño conductual al proporcionar una mayor comprensión de los comportamientos del sueño y permitir un mejor cumplimiento del tratamiento. Puede ser especialmente útil para asegurarse de que los pacientes cumplan con los horarios prescritos dentro y fuera de la cama durante los protocolos de restricción del sueño.

Los datos de estos dispositivos también proporcionan información sobre las discrepancias subjetivas-objetivas, que pueden ser comunes en el insomnio. A veces, obtener una mejor comprensión de estos problemas puede ayudar a guiar tratamientos más efectivos. Esto también puede servir para educar a los pacientes.

Además, los dispositivos pueden:

- **Identificar fragmentación oculta del sueño:** cuando los despertares nocturnos son incompletos, esto puede no registrarse en los diarios de sueño y dificultar el éxito del tratamiento. Los dispositivos portátiles pueden rastrear algunos de estos datos.
- **Proporcionar información sobre patrones circadianos:** los avances y retrasos del ritmo circadiano son especialmente comunes en el insomnio. A menudo, existe un componente circadiano, especialmente en adultos jóvenes y mayores. La caracterización de los patrones circadianos puede ayudar en el diagnóstico y seguimiento
- **Identificar el insomnio paradójico:** Aunque relativamente poco común, el insomnio paradójico (anteriormente conocido como error de percepción del estado de sueño, en el que los pacientes sienten que están despiertos cuando, de hecho, están dormidos) se caracteriza por una baja autoevaluación del sueño. Puede ser útil comparar los datos del diario de sueño con las grabaciones de actigrafía para determinar si los períodos de vigilia prolongada están intercalados con el sueño.

Cómo puntuar/trabajar con datos

Puntuación



La mayoría de los dispositivos ponibles modernos ofrecen puntuación automática. **Para fines clínicos o de consumo, esto suele ser aceptable.** Sin embargo, en un entorno de investigación, se requiere una puntuación manual para ajustar los datos y detectar anomalías o artefactos que puedan afectar los resultados del estudio.

Antes de puntuar, es importante hacer lo siguiente:

- Conocer el dispositivo que estás utilizando.
- Ser consciente de las fortalezas y limitaciones que tiene.
- Saber cuándo se calibró por última vez.
- Conocer la duración de la batería.
- Comprender cómo mantener la integridad del dispositivo.

Al observar un registro, es relativamente fácil evaluar un período de sueño normal. Sin embargo, los detalles pueden ser difíciles de discernir, y algunos registros son muy difíciles de puntuar. Incluso cuando la concordancia es superior al 80%, todavía existen muchos segmentos donde existen incongruencias. Por ejemplo, si hay un 90% de concordancia para un registro en el que una persona tuvo 8 horas de sueño, el 10% de discrepancia equivale a aproximadamente 48 minutos de sueño que pueden no estar puntuados correctamente. Por esta razón, los datos de actigrafía se recopilan durante varias noches. Esto ayuda al puntuador a obtener una mejor comprensión de la actividad de sueño típica al capturar la variabilidad natural.

El proceso básico de puntuación involucra 5 pasos principales:

1. Determinar la calidad de los datos.
2. Determinar los intervalos faltantes.
3. Establecer intervalos para el tiempo en la cama.
4. Algoritmo de puntuación automática.
5. Corrección con puntuación manual.

Antes de comenzar la puntuación, asegúrate de la integridad de los datos verificando lo siguiente:

- Que el dispositivo esté funcionando correctamente.
- Que los datos se estén grabando adecuadamente.



- Que el dispositivo se haya inicializado de forma correcta.
- Que el usuario haya utilizado el dispositivo como debía.
- Que los datos se hayan descargado correctamente.
- Que la puntuación se haya realizado de manera adecuada.
- Que los errores se hayan registrado correctamente.

Los dispositivos ponibles pueden incluir varias características, como:

1. Grabación de actividad (máxima o promedio en cada período)
2. Grabación de luz para aproximar mejor el tiempo circadiano.
3. Un "canal de sueño".
4. Intervalos (en la cama o excluidos).
5. Detección cuando esté fuera de la muñeca.

Los datos pueden mostrarse un día a la vez o durante el transcurso de una semana o más. A menudo se utilizan algoritmos incorporados para detectar intervalos "en la cama" u oportunidades de sueño, pero pueden ser incorrectos. La determinación de estos intervalos se basará en 4 factores específicos, en orden de importancia (Patel et al., 2015):

1. Marcadores de eventos (dónde se usan).
2. Diarios de sueño (dónde se usan).
3. Intensidad de la luz blanca.
4. Niveles de actividad.

El tiempo fuera de la muñeca debe marcarse con celdas vacías y no registrarse como cero, lo que sugiere que no hubo movimiento y puede alterar las puntuaciones del algoritmo. Normalmente el dispositivo está fuera de la muñeca durante períodos de movimiento, como bañarse u otras actividades físicas.

Cuando no hay marcadores de eventos, diarios de sueño o grabaciones de luz para respaldar los datos de actividad, se puede ajustar la escala de actividad para ayudar al puntuador a ver patrones de actividad más claros. En general, se puede usar la siguiente escala:

- 10000: ver picos de actividad.

- 1000: ver claramente el sueño versus la vigilia.
- 100: muy sensible a cualquier movimiento.

(20,000; 10,000; 5,000 y 100 picos).

Además de ajustar los picos de actividad, poder aprovechar las grabaciones de luz, si estuviesen disponibles, puede ser útil para identificar períodos de sueño y despertares nocturnos, como las pausas para ir al baño. Las grabaciones de luz suelen encontrarse en dispositivos más antiguos diseñados para entornos de investigación. Sin embargo, es posible que no se incluyan en muchos dispositivos modernos.

Debemos tener cuidado con los registros de períodos prolongados de inactividad completa, ya que pueden indicar un mal funcionamiento. Incluso durante el sueño, habrá movimientos menores que se representarán con pequeños tics de baja amplitud en una grabación. Los diarios de sueño o de actividad pueden ser útiles para verificar si la inactividad probablemente se debió a un período fuera de la muñeca o si sugiere un mal funcionamiento

Una vez que se muestran los datos y se descartan los malos funcionamientos, es necesario aplicar un algoritmo. La mayoría de los dispositivos para consumidores están intrínsecamente vinculados a un algoritmo propietario, aunque algunos permiten al investigador seleccionar manualmente el algoritmo que se aplicará. Luego se pueden aplicar las reglas de Webster, pero esto es opcional y puede no ser adecuado para dispositivos más nuevos con algoritmos propietarios no divulgados.

A continuación, se debe realizar una puntuación manual para tener en cuenta los períodos de sueño o vigilia muy breves, siestas aparentes o siestas mal puntuadas, baja actividad por la tarde o temprano en la mañana, períodos de sueño activo y tiempo fuera de la muñeca.

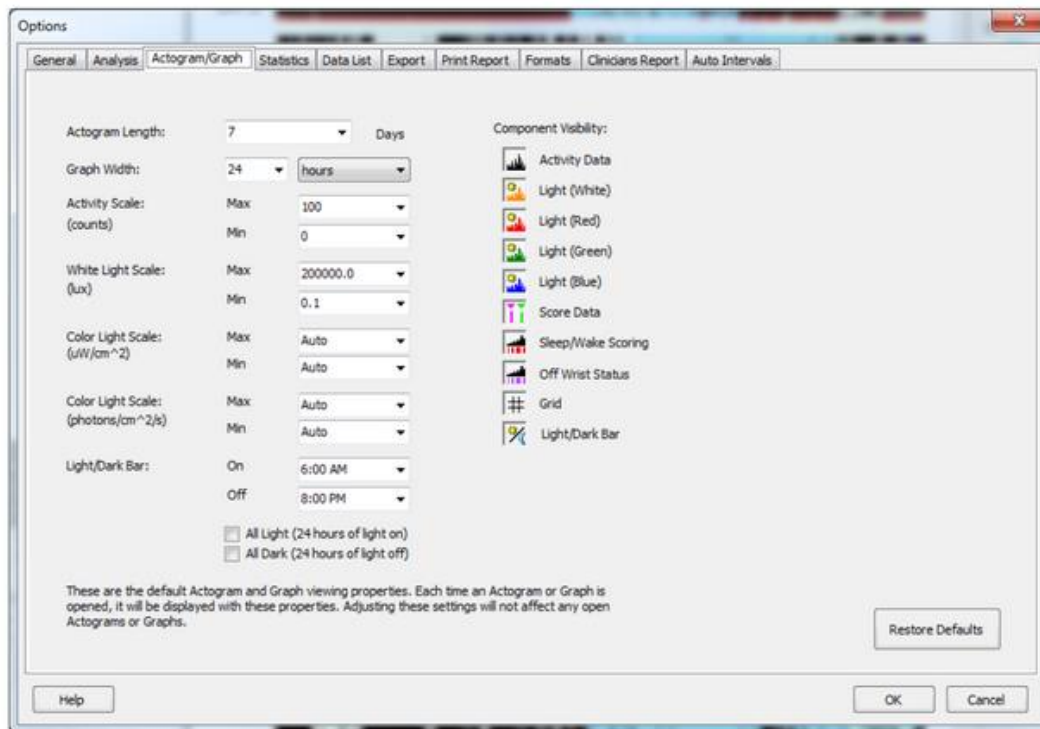
Establece los intervalos principales de descanso comparando los datos de actigrafía con los diarios de sueño si están disponibles. Elimina los intervalos de descanso donde los errores sean evidentes. Esto incluye despertares cerca del comienzo o el final de un período de sueño, baja actividad al comienzo de un período de vigilia o justo antes de acostarse.

Realiza una revisión minuciosa de todo y asegúrate de que las grabaciones parezcan plausibles. Si no lo son, ajústalas manualmente y luego realiza los análisis adecuados. Para llevar a cabo estos pasos utilizando el software Actiware, abre el registro y confirma que la información proporcionada sobre la grabación sea correcta. Inspecciona visualmente la grabación y desactiva los canales de luz hasta que sean necesarios.



Adapta el actograma (figura 1). Comienza configurando la resolución en 100 picos y aumenta gradualmente hasta 10000 según corresponda. A continuación, configurar el intervalo (figura 2). Convierte el tiempo fuera de la muñeca en intervalos excluidos, establece la sensibilidad en medio y configura el tamaño mínimo de intervalo de descanso menor en 40 minutos.

Figura 1. Adaptación del actograma

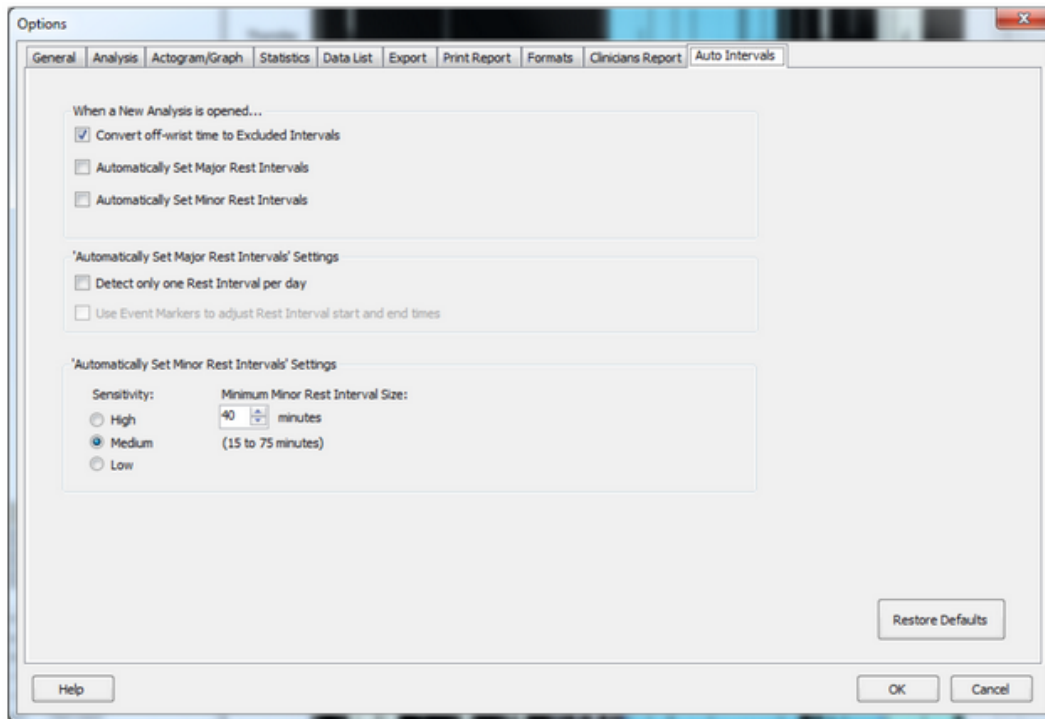


Fuente: Elaboración propia (impresión)

Actogram Length	Longitud del actograma
Graph width	Ancho del gráfico
Activity scale (counts)	Escala de actividad (cuentas)
White light scale (lux)	Escala de luz blanca (lux)
Color light scale	Escala de luz de colores
Light/dark bar	Barra de luz/oscuridad
Days	Días
Component visibility	Visibilidad de componentes
Activity data	Datos de actividad
Light (White, red, green, blue,.)	Luz (blanca, roja, verde, azul)
Score data	Datos de puntuación
Sleep/wake scoring	Puntuación sueño/vigilia
Off wrist status	Estado fuera de la muñeca
Grid	Cuadrícula
At light (24 hours of light on/off)	En la luz (24 horas de luz encendida/apagada)
These are the default, Actogram and Graph viewing properties. Each time an Actogram or Graph is opened, it will be displayed with these properties. Adjusting these settings will not affect any open Actograms or Graphs	Estas son las propiedades de visualización predeterminadas del actograma y el gráfico. Cada vez que se abre un actograma o un gráfico, se mostrará con estas propiedades. Realizar estas

configuraciones no afectará a ningún actograma o gráfico abierto.

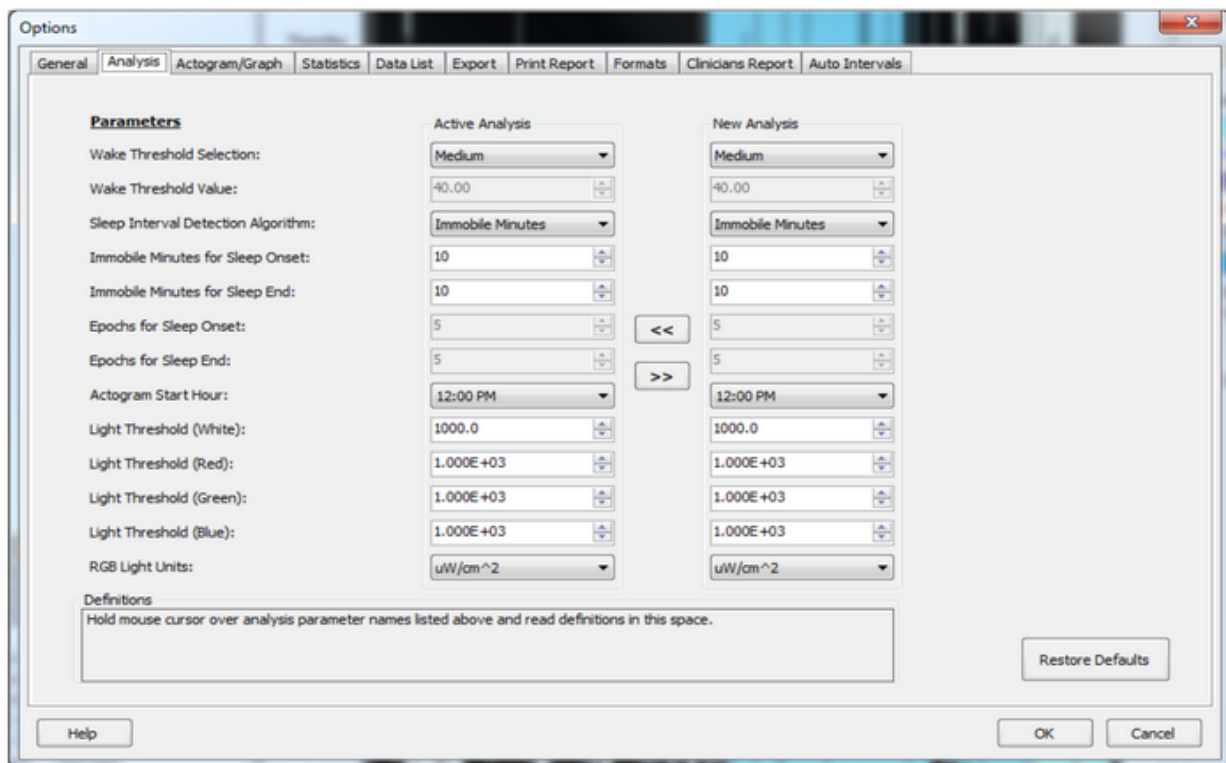
Figura 2. Adaptación del actograma



Fuente: Elaboración propia (Impresión)

When a new analysis is opened...	Cuando se inicia un nuevo análisis...
Convert off-wrist time to excluded intervals	Convertir el tiempo fuera de la muñeca en intervalos excluidos
Automatically set major rest intervals	Configurar automáticamente los principales intervalos de descanso
Settings	Configuraciones
Detect only one rest interval per day	Detectar solo un intervalo de descanso por día
Use event markets to adjust rest interval start and end times	Usar marcadores de eventos para ajustar el inicio y el final de los intervalos de descanso
Sensitivity	Sensibilidad
High	Alta
Medium	Media
Low	Baja
Minimum minor rest interval size	Tamaño mínimo de un intervalo de descanso menor
minutes	minutos

Figura 3. Adaptación del actograma



Fuente: Elaboración propia (Impresión)

Parameters	Parámetros
Wake threshold selection/value	Selección/valor del umbral de vigilia
Sleep interval detection algorithm	Algoritmo de detección de intervalos de sueño
Immobile minutes for sleep onset/end	Minutos de inmovilidad para inicio/fin del sueño
Epochs for sleep onset/end	Intervalos para el inicio/fin del sueño
Actogram start hour	Hora de inicio del actograma
Light Threshold (white, red, green, blue)	Umbral de luz (blanco, rojo, verde, azul)
RGB Light units	Unidades de luz RGB
Definitions: hold mouse cursor over analysis parameters names listed above and read definitions in this space	Definiciones: coloque el cursor del ratón sobre los nombres de los parámetros de análisis mencionados arriba y lea las definiciones en este espacio.
Active analysis	Análisis activo
Medium	Media
Immobile minutes	Minutos de inmovilidad

El número de minutos de inmovilidad para el inicio del sueño variará según la población de estudio (figura 3). Para la mayoría de las personas, esto suele ser 10 minutos, pero puede ser tan bajo como 5 o incluso llegar a 20 minutos, dependiendo de los grupos. Los paradigmas de restricción del sueño o las muestras que incluyen pacientes con narcolepsia pueden requerir un período más corto. Las personas con insomnio requerirán un período más largo.

Algunos programas de software permiten la modificación del algoritmo que se está usando. Normalmente, los valores predeterminados son ideales para un adulto típico.

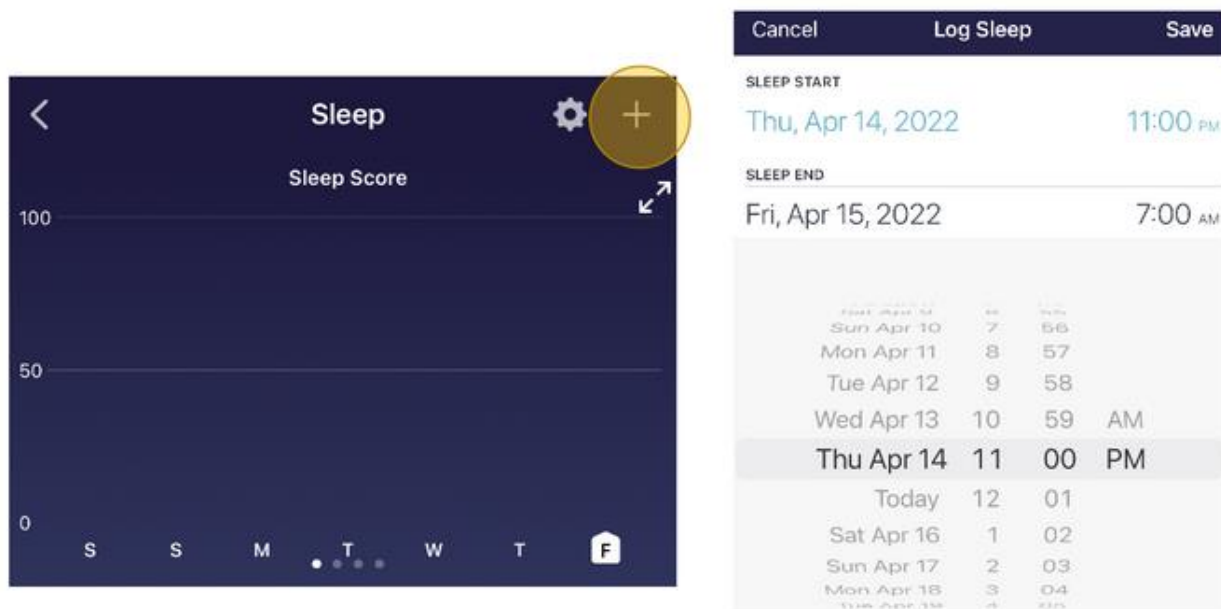
Además de modificar el número de minutos de inmovilidad para el inicio del sueño, pueden ser necesarias modificaciones del algoritmo para poblaciones pediátricas que suelen mostrar más movimiento durante el sueño.

Algunos paquetes de software permitirán al anotador seleccionar entre algoritmos pre-publicados. Sin embargo, esto puede ser problemático, ya que los algoritmos desarrollados para dispositivos más antiguos rara vez son adecuados para dispositivos más modernos. Por ejemplo, ActiLife permite al anotador elegir entre los algoritmos Sadeh, Cole-Kripke y UCSD, ninguno de los cuales fue diseñado para ese dispositivo.

Realice la anotación manual para mejorar el registro y obtener una idea de cómo se ve la actividad. Vea los intervalos minuto a minuto para determinar qué áreas pueden necesitar correcciones.

Los dispositivos Fitbit se utilizan con frecuencia en investigaciones, pero se debe tener precaución durante la puntuación para confirmar los intervalos en cama. Los algoritmos predicen el sueño frente a la vigilia en función de los períodos en cama. Esto se puede actualizar a diario a través del registro de sueño en la aplicación (figura 4). Esto es especialmente útil para corregir puntuaciones de sueño falsas durante la vigilia tranquila de la tarde, por ejemplo figura 4.

Figura 4. Puntuación del sueño



Fuente: Elaboración propia (Impresión).

Sleep	Sueño
Sleep score	Puntuación del sueño
Cancel	Cancelar
Log sleep	Registrar el sueño

Save	Guardar
Sleep start	Comienzo de sueño
Sleep end	Final de sueño

Se suele acceder a los datos de Fitbit a través de Fitabase, que es propiedad de una empresa externa. Esta plataforma puede recopilar datos de varios dispositivos y ponerlos a disposición del personal del estudio a través de un panel consolidado.

Fitabase reconoce el "sueño ligero" como datos agregados de las etapas N1 y N2, y califica la vigilia nocturna en una de dos categorías. Primero, hay despertares que duran más de 3 minutos y se incorporan al hipnograma como despertares después del sueño iniciado (WASO, por sus siglas en inglés). Las grabaciones también reconocen despertares breves (menos de 3 minutos de duración) como marcas de verificación que son inconscientes y las personas tienden a no recordar.

Oura tiene una plataforma de investigación que también puede recopilar datos de varios dispositivos, y esto es útil para el personal de investigación. Los datos se pueden visualizar en forma de gráficos dentro del software, o los datos sin procesar se pueden exportar a una hoja de cálculo.

Medidas del sueño

Los dispositivos de sueño posibles suelen informar varios parámetros del sueño, que incluyen, entre otros, los siguientes aspectos:

- Tiempo en la cama
- Hora de inicio del sueño
- Horarios de despertares
- Duraciones de los despertares
- Despertar final
- Tiempo en la cama después del despertar final
- Tiempo fuera de la cama

Los datos de actigrafía pueden usarse para informar muchas medidas del sueño, que incluyen:

- Latencia del sueño = hora de inicio del sueño - tiempo en la cama
- Despertar después del inicio del sueño (WASO) = despertar 1 + despertar 2...



- Despertar temprano en la mañana (EMA) = tiempo fuera de la cama - despertar final
- Tiempo en la cama = tiempo fuera de la cama - hora de inicio del sueño
- Tiempo total de sueño = [tiempo en la cama - latencia del sueño] - WASO - EMA
- Eficiencia del sueño = [tiempo en la cama / tiempo total de sueño] * 100

Otros datos de sueño proporcionados por los dispositivos ponibles son:

- Intervalos inválidos
- Acrofase
- Sueño nocturno vs. sueño diurno (siestas)
- Sueño en días laborables vs. fines de semana
- Cambios en el sueño con el tiempo
- Hora de despertar dentro y fuera de la cama

La actigrafía puede tener dificultades para estimar la latencia del sueño y el despertar después del inicio del sueño, especialmente en situaciones de insomnio. Además, tiende a subestimar la duración del sueño, en comparación con lo informado por las personas, hasta en una hora o más. Probablemente, ninguno de los dos es correcto y para muchas personas, la duración del sueño percibida puede ser más importante.

Muchos dispositivos de actigrafía cuentan con fotómetros. En la actualidad, muchas personas pasan más tiempo del día adentro, lejos de la luz natural y brillante, en comparación con las generaciones anteriores. Las consecuencias fisiológicas y psicológicas de estos cambios en la exposición a la luz pueden ser importantes para comprender la salud. Los datos minuto a minuto sobre la luz, generalmente, incluyen la iluminación total, máxima y la iluminancia. Estos pueden ser útiles para aproximar parámetros del ritmo circadiano.

Los datos circadianos abarcan numerosas medidas de la actividad sueño-vigilia, que incluyen:

- Sincronización de eventos
- Sincronización de ritmos
- Longitud del ciclo
- Promedio del ritmo



- Intensidad del ritmo

La sincronización del sueño se puede usar para categorizar a las personas por cronotipo. Término utilizado para describir el grado de preferencia de una persona de un horario de sueño temprano o tardío. Las personas que se levantan temprano y se acuestan temprano se considerarían tener un cronotipo "temprano". Aquellas que se acuestan tarde y se levantan tarde se considerarían tener un cronotipo "tardío". Cada uno de estos puede estar en el extremo más agudo o más leve del espectro, y entre los dos está un cronotipo "medio".

Con datos circadianos, los investigadores y clínicos pueden adelantar o retrasar la hora de acostarse según sea necesario, cambiar el momento del punto medio del sueño o modificar la duración del período de sueño como parte de una intervención.

Los datos de un período de 24 horas se pueden ajustar a una curva coseno para modelar el proceso circadiano. Esto requiere puntos de datos que estén a igual distancia en una ventana de medición dada.

Ajustar datos a una onda coseno asume un ciclo por día, basado en tiempos de inicio y finalización específicos. La acrofase es el punto medio ajustado por el coseno y puede representar el pico de actividad durante el día o el pico de sueño por la noche. La media representa la media ajustada por el coseno. La amplitud de la onda reflejará la intensidad, y el período, la duración del ritmo.

Al evaluar la exposición a la luz, se puede determinar la iluminación máxima y el momento de la exposición. La iluminancia promedio y la media suelen ser valores muy cercanos, aunque la media es generalmente el valor más aceptado. Este valor se expresa en lux.

Utilizando el software Action 4 de AMI, se pueden calcular los análisis Cosinor si se configura el canal en PIM y el período en 24 horas.

Las estadísticas circulares también pueden ser útiles para analizar datos circadianos. La mayoría de las estadísticas son lineales, pero los relojes son circulares. En lugar de los valores típicos de media y desviación estándar, las distribuciones se describen en función del vector medio con magnitud r y dirección θ (theta). Estos valores se utilizan a menudo en datos circadianos. Los datos pueden presentarse como un histograma circular.



Con frecuencia, los períodos de 24 horas se dividen en 360 grados y se representan como un círculo. Los cambios en la fase circadiana representan cambios en el ángulo de fase. Un cambio de 180 grados equivale a un cambio de 12 horas.

Las estadísticas circulares pueden usarse para determinar si los transcritos génicos ocurren dentro o fuera de fase entre tejidos. Por ejemplo, un estudio informó que aproximadamente el 80% de los transcritos relacionados con el ritmo circadiano compartidos por el hígado y el corazón estaban sincronizados dentro de la fase, mientras que el otro 20% de los transcritos se retrasaban 8 horas en el hígado en comparación con el corazón (Liu et al., 2006).

El Inicio de la Melatonina con Luz Tenue (DLMO, por sus siglas en inglés) marca el comienzo de la secreción endógena de melatonina desde el cerebro en respuesta a la luz tenue. A menudo se utiliza como marcador de la sincronización circadiana, es decir, cuán sincronizada está una persona con su entorno. Existe variabilidad entre las personas, a lo que se denomina "cronotipo". Por ejemplo, un cronotipo temprano tendría un DLMO más temprano en la tarde que un cronotipo tardío.

Si bien el DLMO generalmente se captura mediante hisopos de melatonina salival, algunos estudios han utilizado tecnología ponible de sueño para predecir este tiempo (Cheng et al., 2021). Hay una herramienta gratuita disponible en predictdlmo.com donde los investigadores pueden cargar datos sin procesar y tener el programa para estimar el DLMO.

Este módulo tenía como objetivo mejorar tu conocimiento sobre la tecnología ponible, en particular, en el campo del sueño. Los temas presentados incluyen cómo elegir un dispositivo ponible, cómo gestionar la información, los dispositivos disponibles en el mercado y las medidas del sueño que se pueden cuantificar como indicadores clave de rendimiento influyentes.

Referencias

- Cheng, P., Walch, O., Huang, Y., Mayer, C., Sagong, C., Cuamatzi Castelan, A., Burgess, H. J., Roth, T., Forger, D. B., y Drake, C. L.** (2021). Predicting circadian misalignment with wearable technology: validation of wrist-worn actigraphy and photometry in night shift workers. *Sleep*, 44(2), zsa180. <https://doi.org/10.1093/sleep/zsa180>.
- Liu, X., Hubbard, J. A., Fabes, R. A., y Adam, J. B.** (2006). Sleep disturbances and correlates of children with autism spectrum disorders. *Child Psychiatry and Human Development*, 37(2), 179–191. <https://doi.org/10.1007/s10578-006-0028-3>.
- Patel, S. R., Weng, J., Rueschman, M., Dudley, K. A., Lored, J. S., Mossavar-Rahmani, Y., Ramirez, M., Ramos, A. R., Reid, K., Seiger, A. N., Sotres-Alvarez, D., Zee, P. C., y Wang, R.** (2015). Reproducibility of a Standardized Actigraphy Scoring Algorithm



for Sleep in a US Hispanic/Latino Population. *Sleep*, 38(9), 1497–1503.
<https://doi.org/10.5665/sleep.4998>.

Smith, M. T., McCrae, C. S., Cheung, J., Martin, J. L., Harrod, C. G., Heald, J. L., y Carden, K. A. (2018). Use of Actigraphy for the Evaluation of Sleep Disorders and Circadian Rhythm Sleep-Wake Disorders: An American Academy of Sleep Medicine Clinical Practice Guideline. *Journal of clinical sleep medicine: JCSM: official publication of the American Academy of Sleep Medicine*, 14(7), 1231–1237.
<https://doi.org/10.5664/jcsm.7230>.

