

[ r e v i s i ó n ]

# Utilidad de dispositivos para medir actividad física en pacientes con obesidad

Natalia Pérez-Ferre, Clara Marcuello Foncillas, Pilar Matía Martín

Servicio de Endocrinología y Nutrición. Hospital Clínico San Carlos. Madrid. España.

## Palabras clave

dispositivos portátiles, monitorización de actividad física, obesidad

## >> RESUMEN

La actividad física juega un papel esencial en el tratamiento del paciente con obesidad. En las últimas décadas se han desarrollado dispositivos o sensores para la medición de diferentes parámetros en relación con la actividad física (movimientos, pasos, distancia recorrida, gasto calórico...). Inicialmente empleados en el ámbito de la investigación clínica, han ido introduciéndose de forma progresiva en el uso personal. En los últimos años han ganado gran popularidad a medida que los sensores se han perfeccionado facilitando su portabilidad y finalmente han sido integrados con los teléfonos inteligentes (*smartphones*) a través de una asombrosamente crecientemente oferta de aplicaciones de móviles (*fitness apps*).

Estos dispositivos y aplicaciones pueden tener una gran utilidad educativa, contribuyendo en el proceso de modificación del estilo de vida y en la concienciación del paciente sobre su estado de salud. Han demostrado mejorar la adherencia a las recomendaciones de actividad física, sirviendo como instrumentos de motivación.

En la Era del *Big Data*, la monitorización de parámetros de actividad física mediante sensores hace posible que puedan transferirse a plataformas centralizadas y ser analizados globalmente junto con otros datos cuantitativos y cualitativos relacionados con la dieta, datos de glucemia capilar en diabetes mellitus, tratamiento farmacológico, datos antropométricos y parámetros de laboratorio. Esto enriquece de forma decisiva la información que el profesional recibe sobre sus pacientes, permitiendo realizar una medicina personalizada. Asimismo, la posibilidad de analizar esta información a nivel poblacional abre un interesante horizonte en investigación clínica.

*Nutr Clin Med* 2019; XIII (3): 174-184

DOI: 10.7400/NCD.2019.13.3.5081

## Key words

wearable devices, physical activity monitoring, obesity

## >> ABSTRACT

Physical activity plays an essential role in the treatment of patients with obesity. Devices or sensors have been developed in the last decades to monitor different parameters in relation to physical activity (movements, steps, caloric expenditure ...). Initially applied in clinical research, they have been introduced progressively for personal use. In recent years they have gained great

## Correspondencia

Natalia Pérez-Ferre.  
Email: [npferre@salud.madrid.org](mailto:npferre@salud.madrid.org)

popularity as the sensors have been improved facilitating their portability and have finally been integrated with smartphones through an amazingly growing range of mobile applications (fitness apps).

These devices and apps may have a great educational utility, contributing to the process of lifestyle modification and to the patient's awareness of their health status. They have been shown to improve adherence to physical activity recommendations as motivation tools.

In the Big Data Era, the monitoring of physical activity parameters using sensors makes it possible to transfer them to centralized platforms and be analyzed globally together with other quantitative and qualitative data related to diet, capillary glycemia data in diabetes mellitus, pharmacological treatment, anthropometric data and laboratory parameters. This enriches in a decisive way the information the professional receives about his patients, allowing a personalized medicine. Likewise, the possibility of analyzing this information in the global population opens an interesting opportunity in clinical research.

*Nutr Clin Med* 2019; XIII (3): 174-184

DOI: 10.7400/NCD.2019.13.3.5081

## >>INTRODUCCIÓN

La prevalencia de obesidad en España ha aumentado alarmantemente en las últimas décadas. Se estima que más de 27 millones de personas tendrán exceso de peso en 2030 si no se toman medidas eficaces para frenar esta pandemia<sup>1</sup>. La presencia de obesidad representa un claro factor de riesgo para el desarrollo de otras enfermedades crónicas como diabetes tipo 2, hipertensión arterial, enfermedad cardiovascular y cáncer, existiendo una clara asociación entre obesidad y aumento de la morbilidad y mortalidad<sup>2,3</sup>. La obesidad supondrá un sobrecoste de 3.000 millones de euros para el Sistema Nacional de Salud y representa uno de los mayores desafíos para la salud pública<sup>1</sup>.

Los factores implicados en el crecimiento de la obesidad son esencialmente los hábitos de estilo de vida no saludables, patrones de alimentación alejados de la dieta mediterránea y el sedentarismo. Según la Encuesta Nacional de Salud de 2017, un 40,0% de mujeres se declararon sedentarias frente a un 31,9% de hombres<sup>4</sup>. Las claves para reducir el sedentarismo residen en la educación e incentivación desde la infancia para la incorporación de la actividad física en la rutina diaria, y políticas a nivel poblacional que favorezcan su práctica: horarios laborales que respeten tiempo para la actividad física, instalaciones deportivas asequibles económicamente, entornos favorables...

Los profesionales sanitarios tenemos una gran responsabilidad en el abordaje del sedentarismo para la prevención de la obesidad en la población

general, y en el contexto del tratamiento de la persona con obesidad ya establecida que inicia un programa de pérdida de peso. Sin embargo, existen grandes dificultades para la incorporación de la actividad física en la rutina de la mayoría de individuos con sobrepeso/obesidad. Algunas de las causas son la falta de motivación, la ausencia de información o educación para el inicio de la práctica de ejercicio físico de forma segura en personas no entrenadas, y la escasez de personal cualificado (figura del preparador físico o especialista prescriptor de actividad física) para el asesoramiento sobre los ejercicios adecuados a cada paciente según sus comorbilidades o sus impedimentos físicos y seguimiento en el tiempo.

Cabe diferenciar entre actividad física, ejercicio físico y deporte. La actividad física se define como el movimiento corporal producido por la acción muscular voluntaria que aumenta el gasto energético<sup>5</sup>. El ejercicio físico se define como la actividad programada, controlada y con un objetivo definido, para conseguir efectos positivos en la salud. Deporte se considera estrictamente como una actividad competitiva, reglamentada e institucionalizada que requiere un entrenamiento específico<sup>6</sup>.

El ejercicio físico aumenta el gasto calórico, inhibe la sensación de hambre, ayuda al mantenimiento de un peso óptimo y reduce el riesgo de enfermedad cardiovascular. La estrategia conjunta de dieta y ejercicio ha demostrado mayor tasa de éxito en la pérdida de peso que la dieta como abordaje único. Además, el ejercicio puede mejorar el acondicionamiento cardiorrespiratorio independientemente de la pérdida de peso<sup>7</sup>.

La medición adecuada y objetiva de la actividad física y de las respuestas fisiológicas asociadas son imprescindibles para diseñar intervenciones adecuadas y establecer la cantidad y tipo de actividad necesaria para obtener beneficios específicos sobre la salud<sup>8,9</sup>. Cualquier herramienta que facilite el proceso de evaluación, prescripción y cumplimiento de las recomendaciones de actividad física, puede ser de gran ayuda al paciente con obesidad y al profesional sanitario.

La increíble expansión del uso de los dispositivos portátiles (*wearables*) conectados a *smartphones*, accesibles actualmente a todos los rangos de edad, permite que las aplicaciones que incorporen la actividad física (*fitness apps*) ofrezcan una alternativa muy interesante a los programas tradicionales de pérdida de peso.

El profesional sanitario debe implicarse en su conocimiento, desarrollo y validación científica para su correcto uso en los programas de prevención y tratamiento de la obesidad.

## >> TIPOS DE DISPOSITIVOS PARA LA MEDICIÓN DE ACTIVIDAD FÍSICA. PARÁMETROS MONITORIZADOS

Los **dispositivos portátiles o *wearables*** se definen como cualquier aparato que puede llevarse en el cuerpo, diseñado para aportar algún servicio útil mientras el usuario está realizando otras tareas<sup>10</sup>. Todos se caracterizan por ser ligeros y de pequeño tamaño, fáciles de llevar durante todo el día. Incluyen rastreadores de actividad, podómetros, acelerómetros, relojes inteligentes (*Smart watches*) o ropa inteligente (*Smart clothes*). Se estima que en 2020 habrá más de 830 millones de *wearables* conectados en todo el mundo<sup>11</sup>.

Los dispositivos para medir la actividad física han evolucionado desde los podómetros y sensores sencillos de duración e intensidad de actividad hasta sistemas más avanzados que recogen amplia información cuantitativa y cualitativa sobre el comportamiento del individuo.

El gasto calórico de una persona con obesidad es mayor que el de una persona con normopeso para la misma actividad física, de ahí que se requieran métodos adecuados para la medición de las calorías gastadas en este tipo de pacientes. Los métodos para predecir el gasto calórico rela-

cionado con la actividad, utilizando la aceleración corporal y las características de los sujetos, han avanzado desde la regresión lineal hasta algoritmos complejos innovadores capaces de determinar el gasto calórico asociado a cada tipo de actividad y evaluar el comportamiento sedentario, lo que permite medir la eficacia de intervenciones sobre el estilo de vida<sup>12</sup>.

La actividad física es un comportamiento multidimensional caracterizado por la duración, la intensidad, la frecuencia y el tipo. Puede medirse con métodos subjetivos y objetivos.

– Los **métodos subjetivos** incluyen la observación directa, diarios, registros de actividad y cuestionarios<sup>13</sup>. Son los más utilizados en grandes estudios clínicos debido a su bajo coste y la posibilidad de contextualizar el propósito de la actividad física. Sin embargo, pueden estar sesgados ya que el propio paciente es el que reporta la cantidad y tipo de actividad.

– Los **métodos objetivos** permiten una evaluación fiable de la actividad física pero son más costosos, lo que impide su aplicación en grandes estudios clínicos. Miden parámetros fisiológicos relacionados con la actividad como el gasto metabólico, frecuencia cardiaca, temperatura corporal, o efectos biomecánicos como la aceleración y los desplazamientos. De forma ideal, la actividad física debería medirse con técnicas objetivas, en escenarios de la vida real, durante un tiempo representativo de la actividad rutinaria y con una incomodidad mínima para el usuario. Los podómetros y acelerómetros satisfacen razonablemente estos requerimientos por lo que se han usado ampliamente en investigación clínica.

### Podómetros

Son dispositivos portátiles que detectan y cuantifican el número de pasos realizados durante las actividades diarias. Caminar es la actividad física más común y asequible para la mayoría de personas con obesidad. Los podómetros son baratos, de larga autonomía por su bajo consumo, y sus resultados son muy fácilmente interpretables por el usuario y más objetivos que los diarios de actividad<sup>14</sup>. Por ello han sido utilizados en programas nacionales para la promoción de la salud.

Existe una amplia variedad de podómetros en el mercado. La mayoría tienen un interruptor

mecánico (péndulo de resorte de palanca) o un sensor de inercia que mide la amplitud de los movimientos del cuerpo y detecta los pasos utilizando diferentes sistemas, desde contadores sencillos hasta complejos *software* de algoritmos para procesamiento de señales y detección de pasos. Para medir la actividad física en personas con obesidad se recomiendan los podómetros de inercia sobre los podómetros de resorte en palanca. Los primeros se basan en un sensor piezoeléctrico capaz de medir la variación en las fuerzas de aceleración aplicadas durante el movimiento, y no se ve afectado por las características del sujeto y el ángulo de inclinación. El margen de error es del 7% para la cuantificación de pasos a una velocidad de caminar lento (3,2 km/h), mucho menor que el margen de error de los podómetros más antiguos (50-90%)<sup>15</sup>.

Estos primeros podómetros no permitían obtener información fiable sobre gasto calórico, ya que influyen las características del sujeto, generalmente no recogidas de forma precisa<sup>16</sup>.

### Acelerómetros

La acelerometría es una de las técnicas más fiables en el registro y almacenamiento de la cantidad y el nivel de actividad física realizada por el individuo en un periodo de tiempo determinado. Ha sido utilizada en poblaciones de edades diversas y nivel de actividad muy diferente (niños, adolescentes, población mayor, deportistas, sedentarios...)<sup>17,18</sup>.

El acelerómetro es un monitor capaz de cuantificar la actividad física midiendo la aceleración que realiza una persona durante el movimiento. A diferencia de los podómetros, los acelerómetros son sensibles a cualquier actividad realizada durante el día. Son capaces de procesar la información para reducir interferencias y describir de forma precisa la intensidad, duración y tipo de actividad. Esto requiere complejas y frecuentes operaciones realizadas por el monitor que acortan su batería.

Los acelerómetros de primera generación o piezoeléctricos solo detectaban la variación en la aceleración causada por el movimiento y no permitían detectar la orientación de las diferentes partes del cuerpo durante actividades estáticas. Los acelerómetros de segunda generación (piezorresistivos y sensores de inercia capacitivos) son sensibles a

fuerzas de aceleración estáticas y variables por lo que pueden cuantificar actividades dinámicas (caminar, correr, bicicleta, ejercicios) y también caracterizar el tiempo sedentario diferenciando entre estar sentado, de pie o tumbado. La medición de las aceleraciones puede ser en una dirección (uniaxial o medición vertical) o en tres direcciones (triaxial, medición antero-posterior, medio-lateral y longitudinal). Las aceleraciones se miden en cuentas por minuto que luego se trasladan a METs o su equivalente metabólico, considerándose como la tasa metabólica en reposo estándar (MET). Las mediciones pueden oscilar desde 1 a 18 METs, en función de la intensidad de la actividad física<sup>19</sup>. La predicción del gasto energético se realiza utilizando ecuaciones matemáticas<sup>20</sup>. Los acelerómetros de última generación utilizan *software* perfeccionados que permiten cálculos complejos para reconocer el tipo e intensidad de actividad física.

Existen diferencias en el número de pasos y actividad registrados por diferentes modelos de dispositivos realizando una misma actividad por un mismo sujeto. La mayor dificultad radica en la detección de pasos a una velocidad de caminar lenta y al subir escaleras, situaciones en las que suelen infraestimar el número de pasos. Otra dificultad es la diferenciación entre estar de pie o tumbado<sup>21</sup>. A pesar de estas variaciones en cuanto a la precisión en el conteo de actividad por los diferentes modelos y su posterior traducción en medidas de gasto calórico, parecen una opción asequible y práctica para la monitorización objetiva de la actividad física.

### Otros parámetros monitorizados

Los podómetros y acelerómetros han sido combinados adicionalmente con sensores que miden otros parámetros fisiológicos como el flujo de calor y la respuesta galvánica de la piel con el objetivo de incrementar la precisión en la predicción del gasto calórico y poder discriminar entre diferentes tipos de actividades<sup>22-24</sup>. La figura 1 muestra las gráficas aportadas por un dispositivo *Armband Sensewear* que integra acelerometría y galvanometría.

En las últimas décadas se está investigando en la integración de estas tecnologías para conseguir sensores cada vez más completos que en un futuro no muy lejano estarán integrados discretamente en nuestra ropa (tabla I).

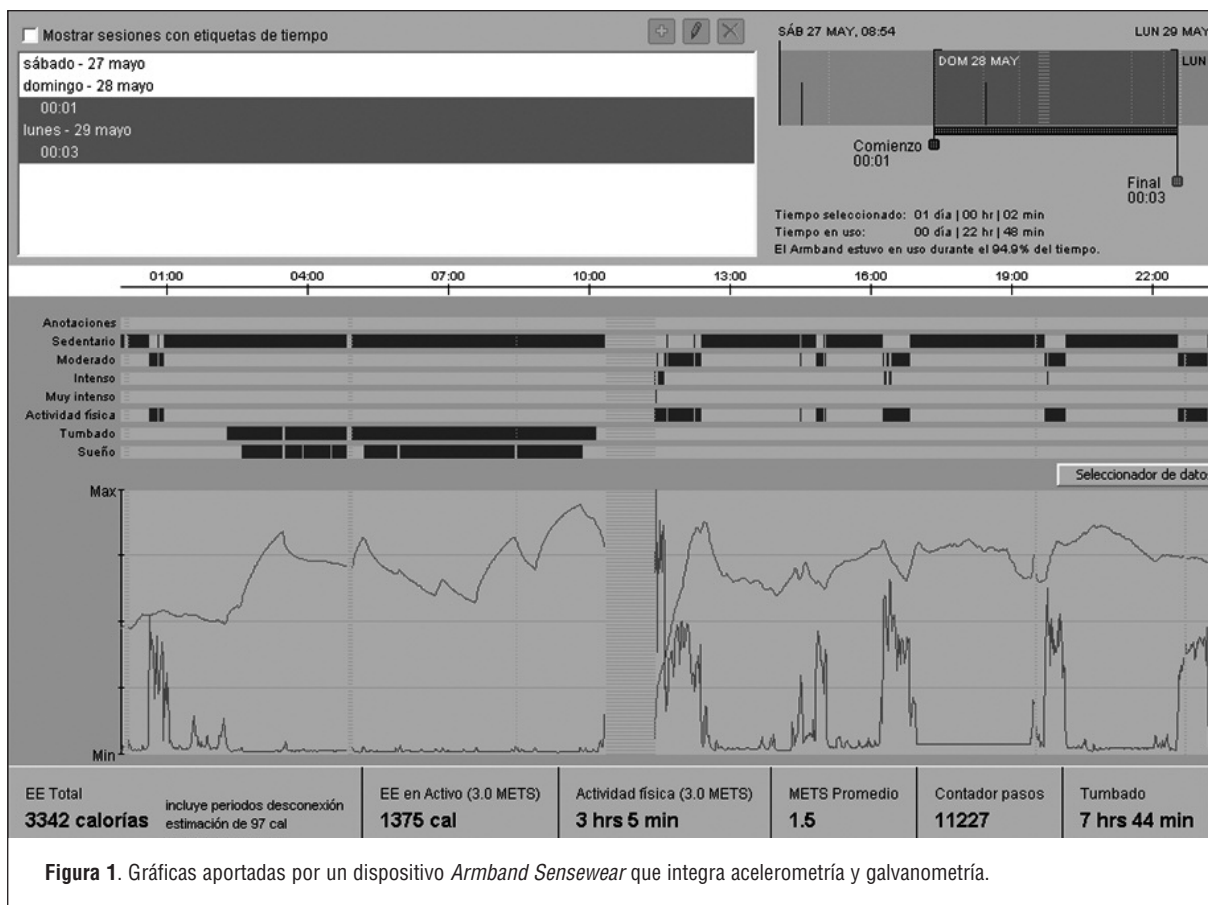


Figura 1. Gráficas aportadas por un dispositivo *Armband Sensewear* que integra acelerometría y galvanometría.

**TABLA I. PARÁMETROS QUE PUEDEN SER MONITORIZADOS POR DISPOSITIVOS PORTÁTILES CON UTILIDAD EN EL REGISTRO DE LA INFORMACIÓN RELATIVA A LA ACTIVIDAD FÍSICA**

Parámetros monitorizados	Dispositivos	Observaciones
Temperatura corporal	Termómetro	
Presión arterial	Tensiómetro	
Frecuencia cardiaca	Pulsi-oxímetro	Integrado en un anillo
Saturación de oxígeno	Pulsi-oxímetro	
Ritmo eléctrico cardiaco	Electrocardiograma	
Actividad muscular	Electromiógrafo	El sensor puede ir integrado en la ropa
Sudoración	Electrodermiógrafo	Indirectamente mide el estrés. Integrados en pulseras de actividad
Patrón y calidad del sueño	Acelerómetro o <i>Smartwach</i>	De acuerdo a la cantidad y tipo de los movimientos registrados durante el descanso nocturno pueden dar una estimación de las horas de sueño REM y no REM

### Otros elementos incorporados en los dispositivos portátiles

Complementan la información sobre actividad física del individuo: cámara digital, micrófono,

GPS de localización, altímetro, bluetooth. Este último es un sensor de proximidad que puede medir niveles de interacción social, que se relacionan con bienestar psíquico. El uso de la cámara puede contribuir a realizar un registro



más fiable de la ingesta para un adecuado cálculo del consumo calórico del paciente, corrigiendo la infraestimación en la ingesta de *snacks* que ocurre con elevada frecuencia<sup>25</sup>.

Utilizados en conjunto o algunas combinaciones de ellos, estos dispositivos portátiles pueden proveer de información inmediata de mayor o menor complejidad sobre la actividad física del individuo y *feedback* personalizado orientado a los objetivos individuales. La mayoría requieren de un ordenador con un *software* específico o un *smartphone* con una aplicación para el procesamiento e interpretación de la información recogida, aunque progresivamente los propios dispositivos llevan integrados los procesadores, como algunas pulseras de actividad. La información que llega a la plataforma *web* o al *smartphone* puede ser compartida vía internet con el profesional sanitario que de este modo puede dar *feedback* vía email (Telemedicina o *Telecare*), como se ha hecho en múltiples programas de intervención sobre el estilo de vida<sup>26</sup>.

## >> APLICACIONES EN MÓVILES INTELIGENTES PARA MONITORIZAR LA ACTIVIDAD FÍSICA (FITNESS APPS). CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONALIDADES

Las aplicaciones son programas almacenados en un *smartphone* que permiten acceder a los datos de actividad del usuario. Existen cientos de aplicaciones disponibles para su instalación en *smartphones*, con un crecimiento exponencial en los últimos años. Muchas van asociadas a algún dispositivo portátil, más frecuentemente pulseras de actividad (tipo *Fitbit*) o brazaletes, y otras aplicaciones no requieren de sensores adicionales a los que ya incorpora todo *smartphone*: cámara, micrófono, GPS, bluetooth, altímetro<sup>27</sup>.

Generalmente requieren un registro del usuario con datos básicos: sexo, edad, peso, talla. Pueden adaptarse a las necesidades del sujeto con muy diferentes niveles de complejidad. Son fácilmente accesibles desde un *smartphone*, sin necesidad de recurrir a un ordenador, a diferencia de las primeras plataformas para registro de la actividad física. Diseñadas para dar un *feedback* al usuario tras el registro de la información recopilada a través de los algoritmos de cada aplicación, que llevan detrás un importante trabajo de desarrollo. Tienen características interactivas y permiten compartir

los resultados a través de internet, redes sociales... con otros usuarios y con profesionales sanitarios. Su objetivo es conseguir modificaciones del comportamiento hacia un estilo de vida saludable. Las intervenciones incluyen principalmente vídeos con tablas de ejercicios de diferente grado de complejidad, animaciones y mensajes de texto (alarmas, recordatorios).

## Componentes esenciales de las aplicaciones de actividad física

- a) Establecimiento de **objetivos o metas**: esencial para motivar al usuario. Por ejemplo, el paciente puede establecer un objetivo de número de pasos diarios.
- b) **Monitorización, seguimiento o trazado (tracking)** de los objetivos establecidos.
- c) **Feedback**: información al usuario sobre el proceso mediante gráficas, figuras y estadísticas, que le permite un aprendizaje continuado en el tiempo.
- d) **Recordatorios y alertas** cuyo objetivo es mejorar la adherencia a las recomendaciones de estilo de vida y el cumplimiento de los programas establecidos.
- e) **Gamificación** o uso de las pautas del juego. Elementos motivacionales o lúdicos para hacerlas más atractivas al usuario.
- f) **Premios o recompensas** asociadas a la consecución de objetivos. Deben ir cambiando para mantener la motivación.
- g) Posibilidad de **compartir resultados y metas** conseguidas en grupos de usuarios o en redes sociales.
- h) Adicionalmente estas aplicaciones suelen incorporar **registros de alimentación** que el usuario puede rellenar con texto libre o a través de fotos de las comidas en tiempo real mediante la cámara del *smartphone*.

## >> EVIDENCIAS SOBRE LA UTILIDAD DE LOS DISPOSITIVOS PARA MEDIR ACTIVIDAD FÍSICA EN EL PACIENTE CON SOBREPESO/OBESIDAD

A pesar de los millones de datos almacenados procedentes de millones de usuarios de *weara-*

bles en los últimos años, los datos publicados en revistas científicas sobre la eficacia, precisión y utilidad de estas herramientas para el control de enfermedades crónicas como la obesidad son muy escasos. La mayoría son estudios piloto, estudios de viabilidad de pequeño tamaño muestral, corta duración, heterogéneos y generalmente de baja calidad metodológica, lo que hace difícil obtener revisiones sistemáticas con resultados concluyentes y extrapolables a la población, por ejemplo sobre su eficacia en la pérdida de peso o en el control de comorbilidades. Frecuentemente estos dispositivos se incluyen en un conjunto de intervenciones sobre el estilo de vida en estudios clínicos y escasean los datos disponibles sobre su uso en la vida real.

El crecimiento asombroso en el desarrollo y utilización de los dispositivos y las aplicaciones de ejercicio físico no se ha visto acompañado de un crecimiento paralelo en la investigación científica sobre su eficacia en la prevención de la obesidad, en la instauración de hábitos de vida saludables en la población general y en el control clínico de la obesidad ya establecida. Tampoco existen apenas datos publicados sobre eficacia y precisión de las mediciones de la mayoría de dispositivos disponibles actualmente en el mercado. Estas evidencias científicas resultan fundamentales para que el profesional pueda dar recomendaciones fiables a los pacientes sobre su uso, y pueda interpretar o dar respuesta a la información que el paciente ha recibido de sus dispositivos y aplicaciones móviles<sup>28</sup>.

Desde hace unos años se están realizando esfuerzos para regular la validación de todos los dispositivos y aplicaciones en el contexto de su utilidad orientada a la promoción de la salud, por la *US Food and Drug Administration* en EEUU<sup>29</sup> y por la *Medicines and Healthcare Products Regulatory Agency* en Reino Unido<sup>30</sup>.

El objetivo es conseguir que el sector privado permita el acceso abierto a sus datos sobre dispositivos, metodologías de análisis de datos y problemas de las mediciones como la fiabilidad y temas de almacenaje y confidencialidad. Solo de esta forma los investigadores médicos podrán esclarecer la confiabilidad, seguridad y privacidad de los *wearables* y *fitness apps*.

## Utilidad en la modificación de estilo de vida y control de la obesidad

La automonitorización de los niveles de actividad física mediante dispositivos por pacientes con sobrepeso/obesidad y hábitos sedentarios se ha asociado a un incremento en la realización de ésta<sup>31,32</sup>. Además los dispositivos de actividad favorecen el cumplimiento de las recomendaciones y tratamientos dirigidos a modificar el estilo de vida<sup>33</sup>.

Algunas revisiones sistemáticas exploran la aceptabilidad, eficacia y efectividad de los dispositivos de actividad física y aplicaciones móviles para pacientes con obesidad<sup>34-37</sup>. Todas ellas encuentran beneficioso el uso de *wearables* para ayudar a conseguir los objetivos de la intervención sobre el estilo de vida. Son en general bien aceptados por el sujeto, al menos durante el tiempo del estudio. Sin embargo, parece resultar esencial el papel del profesional sanitario para dar sentido al uso de estos dispositivos en el contexto de un programa de intervención que abarca otros aspectos (dieta, control de comorbilidades, fármacos...), para interpretar los resultados y dar un *feedback* riguroso al paciente sobre sus progresos.

El uso personal de *wearables* por el paciente con obesidad, sin un asesoramiento adecuado por el profesional conduce en un alto porcentaje de casos a la frustración cuando no se alcanzan metas, desánimo y abandono de uso. En ocasiones se debe a una incorrecta interpretación de los resultados, por ejemplo una infraestimación por parte del dispositivo del gasto calórico realizado para una determinada jornada de actividad física, algo que se da con frecuencia en presencia de obesidad dependiendo de la precisión de los algoritmos de cálculo de gasto calórico del dispositivo.

Los podómetros son los dispositivos más usados en estudios clínicos en obesidad. Se han asociado con un incremento significativo en la realización de actividad física y una disminución del IMC y de la presión arterial<sup>38</sup>. Han demostrado aumentar la motivación del individuo para alcanzar sus objetivos durante programas de intervención sobre el estilo de vida<sup>39</sup>.

Las aplicaciones o *fitness apps* de *smartphones* han demostrado complementar las intervenciones

que favorecen la pérdida de peso<sup>40,41</sup>, ser superiores a los programas tradicionales de intervención consiguiendo mayor adherencia a las recomendaciones<sup>42,43</sup> y han demostrado incrementar significativamente la práctica de actividad física frente a programas convencionales<sup>44</sup>. En un estudio retrospectivo de 35.921 pacientes con obesidad que utilizaron una *fitness app* se concluyó que el 77,9% de los usuarios perdió peso mientras usó la aplicación. La mayor frecuencia en el registro del peso y de la ingesta resultaron aspectos predictivos de una mayor pérdida ponderal<sup>45</sup>.

### Utilidad en la percepción del estado de salud y calidad de vida

Es esperable que la automonitorización de la actividad física produzca una mayor conciencia sobre el estado de salud del individuo, que le motive a alcanzar un estilo de vida más saludable y esto mejorará la percepción de su calidad de vida. Sin embargo, también existe la posibilidad de que estos dispositivos y aplicaciones de actividad produzcan estrés psíquico al individuo cuando no es capaz de seguir las recomendaciones o alcanzar las metas fijadas. Los pacientes pueden incluso sufrir consecuencias negativas de una excesiva automonitorización, percibiéndolo como intrusivo, incómodo o indeseable. La interacción entre un dispositivo de actividad y el paciente parece ser compleja y requiere de mayor

investigación. La personalidad de un individuo puede jugar un papel determinante en su percepción de utilidad de un dispositivo<sup>46</sup>.

Son muy limitados los estudios sobre dispositivos en los que se explore este aspecto de forma rigurosa con cuestionarios de calidad de vida.

Una revisión sistemática cualitativa explora las barreras y facilitadores de los participantes en intervenciones que impliquen aplicaciones móviles o podómetros<sup>47</sup>.

### >> APLICACIÓN PRÁCTICA DE LOS DISPOSITIVOS PARA LA MEDICIÓN DE ACTIVIDAD FÍSICA EN PACIENTES CON OBESIDAD

De forma subjetiva, de acuerdo a nuestra experiencia en vida real, estos serían, resumidos, los beneficios de los dispositivos de actividad física para el paciente con obesidad y para el profesional sanitario (tabla II).

### >> SENSORES DE ACTIVIDAD FÍSICA EN LA ERA DEL BIG DATA

La monitorización de parámetros de actividad física mediante diferentes tipos de sensores hace posible que éstos puedan transferirse a platafor-

<b>TABLA II. APLICACIÓN PRÁCTICA DE LOS DISPOSITIVOS PARA MEDIR ACTIVIDAD FÍSICA EN PACIENTE CON SOBREPESO/OBESIDAD</b>	
<b>Beneficios para el paciente con sobrepeso/obesidad</b>	<b>Beneficios para el profesional sanitario</b>
1. Apoyo en la iniciación a la actividad física en el paciente no habituado a ella.	1. Herramienta para la evaluación inicial de la actividad física realizada.
2. Posibilidad de acceder a un plan de ejercicios definido y adaptado individualmente.	2. Prescripción de un plan de ejercicios definido.
3. Vencimiento de miedos/aprensiones.	3. Evaluación del cumplimiento y adherencia a las recomendaciones.
4. Motivación, estímulo basado en la consecución de metas.	4. Adecuación de la dieta a la actividad física del paciente.
5. Mejora del cumplimiento de las pautas de actividad física.	5. Adaptación del tratamiento farmacológico a la actividad física: dosis de insulina, dosis de fármacos anti-hipertensivos.
6. Interacción grupal.	6. Seguimiento del programa de tratamiento.



mas centralizadas vía internet y ser analizados globalmente junto con otros datos cuantitativos y cualitativos del paciente. De esta forma, el profesional sanitario puede disponer de datos objetivos sobre la actividad física del paciente en un determinado periodo de tiempo y relacionarlos con otros datos que el paciente puede transferir:

- Datos relacionados con la dieta: mediante registros electrónicos o fotos de las comidas.
- Datos de glucemia capilar en caso de diabetes mellitus: las determinaciones realizadas con glucómetro o monitor continuo de glucemia pueden ser transferidos con facilidad mediante los *software* asociados a estos dispositivos, que representan la información en forma de gráficas, resúmenes y estadísticas. La posibilidad de correlacionar datos de glucemia con información sobre alimentación y actividad física es de gran utilidad para el ajuste de dieta y tratamiento farmacológico (insulina, análogos de GLP-1...).
- Datos antropométricos: peso, IMC, circunferencia abdominal. Pueden ser introducidos por el profesional en las visitas presenciales, y el paciente puede además registrar su peso desde casa entre visitas para una monitorización telemática más frecuente.
- Parámetros de composición corporal: observar la evolución del porcentaje de masa grasa, masa muscular y masa libre de grasa permite monitorizar la eficacia del tratamiento de forma más completa que simplemente con peso y circunferencia abdominal. La bioimpedancia se realiza frecuentemente en la consulta médica y sus *software* emiten una gran riqueza de datos, estadísticas, diagramas y gráficas que pueden transferirse a plataformas centralizadas junto con los demás datos del paciente. Existen dispositivos portátiles de impedancia eléctrica cada vez más ligeros y de fácil manejo, que serán progresivamente accesibles para el paciente.
- Datos de laboratorio: parámetros metabólicos como el perfil lipídico, HbA1C, función renal...

La gran riqueza de datos de salud de cada paciente que pueden ser recopilados permite el desarrollo de algoritmos inteligentes para proveer al profesional y al paciente de recomenda-

ciones terapéuticas: perfeccionamiento de las pautas de prescripción de actividad física, cantidad calórica recomendada o composición nutricional de la dieta, cambios en la dosis de fármacos... Estas recomendaciones o sugerencias emitidas de forma automática serán siempre validadas por el profesional. Esto permite evolucionar hacia una medicina personalizada.

Cada vez será más frecuente que nuestros pacientes con obesidad utilicen de forma voluntaria dispositivos de monitorización de actividad física y registren y transfieran todos sus datos de salud hacia plataformas médicas, con mínima interferencia en su rutina en la mayoría de los casos. Disponer de millones de datos automatizados procedentes de pacientes con obesidad de una población determinada abre un interesante horizonte en investigación clínica, pues permite analizar comportamientos y respuestas a intervenciones en condiciones de vida real y no en el ámbito de un estudio clínico.

Es esencial disponer de una regulación adecuada sobre la confidencialidad de los datos y la colaboración de los fabricantes de dispositivos para poder utilizar los datos de salud recogidos por *wearables* para uso médico y en beneficio de la salud pública.

## >>CONCLUSIONES

1. Cualquier herramienta que ayude en la difícil tarea de incorporar la actividad física en la rutina de la persona sedentaria ha de ser bien recibida por el paciente y por los profesionales sanitarios.
2. La incorporación de nueva tecnología en Medicina supone en ocasiones un rechazo por el profesional, por lo que conlleva en necesidades de formación sobre su manejo y la interpretación de los resultados en consultas en las que habitualmente no se dispone de tiempo suficiente. Sin embargo, el esfuerzo inicial dará prometedoros resultados.
3. La automonitorización de la actividad física ha demostrado incrementar la realización de ésta y mayor adherencia a un estilo de vida saludable en el paciente con obesidad.
4. Aún son escasos los grandes estudios de alta calidad metodológica utilizando *wearables* de

actividad para poder aportar evidencias consistentes sobre su utilidad en la pérdida de peso, en el control de comorbilidades y en la mejora de la percepción del estado de salud y calidad de vida.

5. Es imprescindible la colaboración entre la industria tecnológica y la Medicina en la investigación clínica sobre estos dispositivos de actividad física, para conseguir un uso óptimo y eficaz

de éstos por la población, y el desarrollo de algoritmos validados con recomendaciones sobre actividad física para el paciente con obesidad.

### Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Álvaro H, Zomeño MD, Dégano IR, Pérez-Fernández S, Goday A, Vila J, Civeira F, Moure R, Marrugat J. Excess Weight in Spain: Current Situation, Projections for 2030, and Estimated Direct Extra Cost for the Spanish Health System. *Rev Esp Cardiol* 2018 pii: S1885-5857 (18) 30440-7.
2. Eckel RH, Kahn R, Robertson RM, Rizza RA. Preventing cardiovascular disease and diabetes: A call to action from the American Diabetes Association and the American Heart Association. *Circulation* 2006; 113 (25): 2943-6.
3. Pencina MJ, D'Agostino RB, Larson MG, Massaro JM, Vasan RS. Predicting the 30-year risk of cardiovascular disease: the Framingham heart study. *Circulation* 2009; 119 (24): 3078-84.
4. Encuesta Nacional de Salud 2017. MSCBS-INE.
5. Caspersen CJ, Christenson GM, Pollard RA. Status of the 1990 physical fitness and exercise objectives—evidence from NHIS 1985. *Public Health Rep* 1986; 101: 587-592.
6. Aznar Laín S, Webster T. Actividad física y Salud en la infancia y la Adolescencia. Ministerio de Educación y Ciencia, 2006.
7. Shaw K, Gennat H, O'Rourke P, Del Mar C: Exercise for Overweight and Obesity. *Cochrane Database Syst Rev* 2006; 4: CD003817.
8. Lamonte MJ, Ainsworth BE. Quantifying energy expenditure and physical activity in the context of dose response. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33: S370-S378.
9. Mark AE, Janssen I. Dose-response relation between physical activity and blood pressure in youth. *Med Sci Sports Exerc* 2008; 40: 1007-1012.
10. Starner T. How wearables worked their way into the mainstream. *IEEE Pervasive Comput* 2014; 13: 10-15.
11. Wilde LJ, Ward G, Sewell L, Müller AM, Wark PA. Apps and wearables for monitoring physical activity and sedentary behaviour: a qualitative systematic review protocolo on barriers and facilitators. *Digital Health* 2018; 4: 1-12.
12. Bonomi AG, Westerterp KR. Advances in physical activity monitoring and lifestyle interventions in obesity: a review. *Int Journal of Obesity* 2012; 36: 167-177.
13. Spring B, Duncan JM, Janke EA, et al. Integrating technology into standard weight loss treatment: a randomized controlled trial. *JAMA Intern Med* 2013; 173 (2): 105-11.
14. Bassett Jr DR, Cureton AL, Ainsworth BE. Measurement of daily walking distance-questionnaire versus pedometer. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32: 1018-1023.
15. Crouter SE, Schneider PL, Bassett DRJ. Spring-levered versus piezo-electric pedometer accuracy in overweight and obese adults. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 37: 1673-1679.
16. Tudor-Locke C, Williams JE, Reis JP, Pluto D. Utility of pedometers for assessing physical activity: convergent validity. *Sports Med* 2002; 32: 795-808.
17. Kozey SL, Lyden K, Howe CA, Staudenmayer JW, Freedson PS. Accelerometer Output and MET Values of Common Physical Activities. *Med Sei Sports Exerc* 2010; 42: 1776-84.
18. Quigg R, Gray A, Reeder AI, Holt A, Waters DL. Using ac-celerometers and GPS units to identify the proportion of daily physical activity located in parks with playgrounds in New Zealand children. *Preventative Medicine* 2010; 50: 235-40.
19. Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, O'Brien WL, Bassett DR, Schmitz KH, Emplaln-court PO, JACOBS DR, Leon AS. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32 (9) (Suppl.): 498-S516.
20. Aguilar Cordero MJ, Sánchez López AM, Guisado Barrilao R, Rodriguez Blanque R, Noack Segovia J, Pozo Cano MD. Descripción del acelerómetro como método para valorar la actividad física en los diferentes periodos de la vida; revisión sistemática. *Nutr Hosp* 2014; 29 (6): 1250-1261.
21. Storm FA, Heller BW, Mazzà C (2015) Step Detection and Activity Recognition Accuracy of Seven Physical Activity Monitors. *PLOS ONE* 10 (3): e0118723.

22. Brage S, Brage N, Franks PW, Ekelund U, Wareham NJ. Reliability and validity of the combined heart rate and movement sensor Actiheart. *Eur J Clin Nutr* 2005; 59 (4): 561-70. PMID: 15714212 4.
23. Colbert L, Matthews C, Havighurst T, Kim K, Schoeller D. Comparative Validity of Physical Activity Measures in Older Adults. *Med Sci Sports Exerc* 2012; 43 (5): 867-76. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181fc7162 PMID: 20881882.
24. Johannsen DL, Calabro MA, Stewart J, Franke W, Rood JC, Welk GJ. Accuracy of armband monitors for measuring daily energy expenditure in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2010; 42 (11): 2134-40.
25. Gemming L, Rush E, Maddison R, Doherty A, Gant N, Utter J. Wearable cameras can reduce dietary underreporting: doubly labelled water validation of a camera-assisted 24 h recall. *Br J Nutr* 2015 Jan 28; 113 (2): 284-91.
26. Neville LM, O'Hara B, Milat A. Computer-tailored physical activity behavior change interventions targeting adults: a systematic review. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity* 2009; 6: 30.
27. Middleweerd A, Mollee JS, Van der Wal C, Brug J, TeVelde SJ. Apps to promote physical activity among adults: a review and content analysis. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2014, vol 11, p. 27.
28. Lukasz P, David A.E, Sally A, Adam J. The Rise of Consumer Health Wearables: Promises and Barriers. *PLOS Medicine*. DOI:10.1371/journal.pmed.1001953. 2016: 1-9.
29. Cortez NG, Cohen IG, Kesselheim AS. FDA Regulation of Mobile Health Technologies. *New Engl J Med* 2014; 371 (4): 372-379.
30. McCartney M. How do we know whether medical apps work? *BMJ* 2013; 346: f1811.
31. De Vries HJ, Kooiman TJM, Van Ittersum MW, Van Brussel M and De Groot M. Do activity monitors increase physical activity in adults with overweight or obesity? A systematic review and meta-analysis. *Obesity* 2016; 24: 2078-2091.
32. Coughlin SS, Stewart J. Use of Consumer Wearable Devices to Promote Physical Activity: A Review of Health Intervention Studies. *J Environ Health Sci* 2016; 2 (6): 10.15436/2378-6841.16.1123.
33. Lewis ZH, Lyons EJ, Jarvis JM and Baillargeon J. Using an electronic activity monitor system as an intervention modality: A systematic review. *BMC Public Health* 2015; 15: 585-600.
34. Coughlin SS, Whitehead M, Sheats JQ, Mastromonico J and Smith S. A review of smartphone applications for promoting physical activity. *Jacobs J Community Med* 2016; 2: 021.
35. Schoeppe S, Alley S, Van Lippevelde W et al. Efficacy of interventions that use apps to improve diet, physical activity and sedentary behaviour: A systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2016; 13: 127.
36. Direito A, Carrac AE, Rawstorn J, Whittaker R, Maddison R. mHealth technologies to influence physical activity and sedentary behaviors: Behavior change techniques, systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Ann Behav Med* 2017; 51: 226-239.
37. Gierisch JM, Goode AP, Batch BC et al. The impact of wearable motion sensing technologies on physical activity: A systematic review. Report for the VA evidence-based synthesis program Sep. 2015. Washington (DC): Department of Veterans Affairs (US).
38. Bravata DM, Smith-Spangler C, Sundaram V, Gienger AL, Lin N, Lewis R, et al. Using pedometers to increase physical activity and improve health: a systematic review. *JAMA* 2007; 298 (19): 2296-304.
39. Clemes SA, Griffiths PL, Hamilton SL. Four-week pedometer-determined activity patterns in normal weight and overweight UK adults. *Int J Obes* 2007; 31: 261-266.
40. Carter MC, Burley VJ, Nykjaer C, Cade JE. Adherence to a smartphone application for weight loss compared to website and paper diary: pilot randomized controlled trial. *Journal of medical Internet research* 2013; 15 (4): 1-17.
41. Allen JK, Stephens J, Dennison Himmelfarb CR, Stewart KJ, Hauck S. Randomized controlled pilot study testing use of smartphone technology for obesity treatment. *Journal of Obesity* 2013; 2013: 151597.
42. Turner-McGrievy GM, Beets MW, Moore JB, Kaczynski AT, Barr-Anderson DJ, Tate DF. Comparison of traditional versus mobile app self-monitoring of physical activity and dietary intake among overweight adults participating in an mHealth weight loss program. *J Am Med Inform Assoc* 2013; 20 (3): 513-8.
43. Laing BY, Mangione CM, Tseng C-H et al. Effectiveness of a Smartphone application for weight loss compared with usual care in overweight primary care patients: a randomized, controlled trial. *Ann Intern Med* 2014; 161 (10 Supp.): S5-12.
44. Glynn LG, Hayes PS, Casey M, Glynn F, Alvarez-Iglesias A, Newell J et al. Effectiveness of a smartphone application to promote physical activity in primary care: the SMART MOVE randomised controlled trial. *The British journal of general practice* 2014; 64 (624): e384-91.
45. Chin SO, Keum C, Woo J, Park J, Choi HJ, Woo J, Rhee SY. Successful weight reduction and maintenance by using a smartphone application in those with overweight and obesity. *Scientific Reports* 2016; 6: 34563.
46. Ehrenberg A, Juckes S, White KM, Walsh SP. Personality and self-esteem as predictors of young people's technology use. *Cyberpsychology & behavior* 2008; 11 (6): 739-41.
47. O'Connor S, Hanlon P, O'Donnell CA, Garcia S, Glanville J and Mair FS. Understanding factors affecting patient and public engagement and recruitment to digital health interventions: A systematic review of qualitative studies. *BMC Medical Informatics and Decision Making* 2016; 16: 120.