

Artículo de revisión

Nuevas tecnologías para el diagnóstico, tratamiento y seguimiento de las enfermedades cardiovasculares

Lorenzo Fácila Rubio^{a,*}, Cristina Lozano-Granero^b, Rafael Vidal-Pérez^c, Vivencio Barrios^d y Román Freixa-Pamias^e^a Servicio de Cardiología, Consorcio Hospital General Universitario de Valencia, Universitat de València, Valencia, España^b Servicio de Cardiología, Hospital Universitario Ramón y Cajal y Centro de Investigación en Red de Enfermedades Cardiovasculares (CIBERCV), Madrid, España^c Servicio de Cardiología, Complejo Hospitalario Universitario de A Coruña, A Coruña, España^d Servicio de Cardiología, Hospital Universitario Ramón y Cajal, Universidad de Alcalá (UAH), Madrid, España^e Servicio de Cardiología, Complex Hospitalari Moisès Broggi, Sant Joan Despí, Barcelona, España

Historia del artículo:

Recibido el 16 de marzo de 2023

Aceptado el 20 de julio de 2023

On-line el 27 de julio de 2023

Palabras clave:

Telemonitorización

Dispositivos portátiles

Enfermedades cardiovasculares

Telemedicina

RESUMEN

La telemedicina permite la prestación de atención médica a distancia mediante tecnologías de la información y la comunicación, que hacen posible el envío de datos, la participación del paciente, la promoción de hábitos cardiosaludables, el diagnóstico, la detección precoz de las descompensaciones agudas, la monitorización y el seguimiento de las enfermedades cardiovasculares. Los dispositivos portátiles tienen múltiples aplicaciones clínicas, que van desde la detección de arritmias hasta el control a distancia de enfermedades crónicas o los factores de riesgo. Será necesario un enfoque multidisciplinario para integrar de manera efectiva y segura estas tecnologías a nuestra práctica clínica habitual. Los avances tecnológicos y la gestión de los datos conllevarán un incremento de las estrategias de telemonitorización, que permitirán mayores accesibilidad y equidad, así como una atención sanitaria más eficiente y precisa de los pacientes. Todavía quedan cuestiones no resueltas, como la infraestructura tecnológica más adecuada, la integración de estos datos en la historia clínica y la brecha digital que puede dificultar al paciente la adopción de la atención a distancia. En este artículo se ofrece una visión general actualizada de las herramientas digitales para un mejor abordaje de la fibrilación auricular, la insuficiencia cardíaca, los factores de riesgo y la adherencia al tratamiento.

© 2023 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

New technologies for the diagnosis, treatment, and monitoring of cardiovascular diseases

ABSTRACT

Telemedicine enables the remote provision of medical care through information and communication technologies, facilitating data transmission, patient participation, promotion of heart-healthy habits, diagnosis, early detection of acute decompensation, and monitoring and follow-up of cardiovascular diseases. Wearable devices have multiple clinical applications, ranging from arrhythmia detection to remote monitoring of chronic diseases and risk factors. Integrating these technologies safely and effectively into routine clinical practice will require a multidisciplinary approach. Technological advances and data management will increase telemonitoring strategies, which will allow greater accessibility and equity, as well as more efficient and accurate patient care. However, there are still unresolved issues, such as identifying the most appropriate technological infrastructure, integrating these data into medical records, and addressing the digital divide, which can hamper patients' adoption of remote care. This article provides an updated overview of digital tools for a more comprehensive approach to atrial fibrillation, heart failure, risk factors, and treatment adherence.

© 2023 Sociedad Española de Cardiología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Keywords:

Telemonitoring

Portable devices

Cardiovascular diseases

Telemedicine

INTRODUCCIÓN

La enfermedad cardiovascular es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en el mundo y el exponente principal de las

enfermedades crónicas. El tradicional seguimiento presencial presenta inconvenientes como las barreras geográficas, inconvenientes logísticos, costes económicos, de acceso y de tiempo y suponen una gran sobrecarga del sistema de salud. El progresivo envejecimiento de la población y la mayor prevalencia de factores de riesgo y de enfermedad cardiovascular agravan esta situación.

Además, y pese a disponerse de tratamientos efectivos basados en evidencia científica contrastada, los beneficios a largo plazo en

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: lfacila@gmail.com (L. Fácila Rubio).

✉ @mi_cardiologo @CTTelemedicina

Abreviaturas

ECC: electrocardiograma
 FA: fibrilación auricular
 IC: insuficiencia cardiaca
 TM: telemonitorización

la vida real no son los obtenidos en los ensayos clínicos, posiblemente debido a la falta de adherencia.

Desde hace unos años, estamos inmersos en una revolución digital y la reciente pandemia de COVID-19 ha acelerado la utilización de la telemedicina y la *eHealth*, eSalud o salud digital, dado que los profesionales sanitarios nos vimos obligados a limitar las visitas presenciales. La telemedicina, como forma de prestación de servicios médicos que utiliza tecnologías de la información y la comunicación para brindar atención médica a distancia, permite a los profesionales de la salud evaluar, diagnosticar y tratar a los pacientes sin que sea necesario un encuentro presencial.

La atención sanitaria basada en telemedicina y dispositivos portátiles que integran toda la información brinda la oportunidad de rediseñar y mejorar la asistencia de los pacientes con enfermedades cardiovasculares. No obstante, dichas herramientas deben estar reguladas por las autoridades competentes, ya que son dispositivos de uso médico.

Se ofrece una visión general actualizada de las herramientas digitales para un mejor abordaje de las arritmias, la insuficiencia cardiaca y los factores de riesgo cardiovascular, así como unas recomendaciones personales de los autores basadas en la evidencia actual.

HERRAMIENTAS PARA LA DETECCIÓN Y MONITORIZACIÓN DE ARRITMIAS

Herramientas digitales para la detección de arritmias

La detección temprana de arritmias permite implementar intervenciones invasivas o farmacológicas apropiadas, y en algunos casos reducir la morbimortalidad¹. Para ello, el electrocardiograma (ECG) de 12 derivaciones sigue siendo el estándar en el diagnóstico de cualquier arritmia. Sin embargo, el acceso a un ECG puede estar limitado o resultar inútil para el diagnóstico de arritmias paroxísticas si se realiza entre episodios. La utilidad de otros métodos tradicionales de cribado, como el Holter ambulatorio, se ve limitada por su disponibilidad y un tiempo de monitorización relativamente corto. Los registradores de eventos implantables superan este obstáculo, pero su alto coste inicial limita su uso². Impulsado por la pandemia de COVID-19, el desarrollo de dispositivos digitales para la detección y la monitorización de arritmias cardiacas ha experimentado un importante auge. Aunque muchos profesionales integran ya estos dispositivos en su práctica clínica, aún preocupan su precisión, su utilidad y su integración a los algoritmos de tratamiento³. La *European Heart Rhythm Association* ha publicado recientemente un documento para guiar la implementación de estas tecnologías³. Aunque presentan múltiples ventajas, requieren que el clínico esté familiarizado con la adquisición y la interpretación de las señales y con sus limitaciones.

Esencialmente, estos dispositivos pueden dividirse según su tecnología en los que emplean señales electrocardiográficas y los que se sirven de señales no electrocardiográficas, entre las que destaca la fotopleletismografía. A su vez, esta tecnología puede emplearse en *wearables* (dispositivos que el usuario lleva a modo

de prenda o complemento), entre los que están relojes inteligentes, parches, textiles y otros, o en dispositivos portátiles, como los teléfonos inteligentes y dispositivos dedicados (figura 1).

La precisión diagnóstica de estos dispositivos dependerá del algoritmo utilizado, la población que lo emplee, las condiciones en que el registro se lleva a cabo y la interpretación profesional de los trazados. La recomendación de su uso debería basarse en la frecuencia de los síntomas, el tiempo de monitorización deseado, la infraestructura del centro, la competencia digital del paciente y sus preferencias personales.

Dispositivos basados en señales electrocardiográficas

Estos dispositivos emplean electrodos para obtener trazados electrocardiográficos que un profesional sanitario capacitado puede analizar e interpretar directamente, lo que permite el diagnóstico directo de arritmias cardiacas.

Existen innumerables dispositivos comercializados, muchos con estudios clínicos de validación, fundamentalmente para la detección de fibrilación auricular (FA), y algunos con marcado CE. Entre los *wearables*, destacan por su popularidad los relojes inteligentes, que utilizan electrodos incorporados en la caja o en la corona del reloj para obtener ECG de 1 derivación que puede revisarse en la propia pantalla o almacenarse en aplicaciones móviles (figura 2A). También existen parches, dispositivos adhesivos sencillos de usar y resistentes al agua, que han demostrado una alta rentabilidad diagnóstica y cuya limitación principal es la duración de la batería, el componente adhesivo (aunque los hay reutilizables) y las bandas pectorales. Existen también infinidad de dispositivos portátiles, la mayoría proporciona trazados de 1 derivación (normalmente DI), aunque algunos permiten obtener hasta 6 derivaciones (figura 2B).

Dispositivos basados en señales no electrocardiográficas

Entre las tecnologías no electrocardiográficas destaca la fotopleletismografía, una técnica óptica que emplea una fuente de luz y un sensor capaces de detectar las variaciones en el volumen sanguíneo de una superficie cutánea a través de cambios en la intensidad de la luz reflejada, lo que permite la monitorización del ritmo cardiaco a través del pulso periférico. La información de la onda de pulso se analiza por algoritmos integrados capaces de detectar un pulso anormal y emitir un aviso al paciente ante la sospecha de FA. Sin embargo, para el diagnóstico definitivo de la arritmia, se necesita un registro electrocardiográfico posterior que confirme el hallazgo. Algunos dispositivos permiten el análisis de los datos en bruto (figura 2C), así como su representación gráfica a través de un tacograma (figura 2D), que muestra la frecuencia cardiaca para cada latido, y un gráfico de Poincaré (figura 2E), que muestra el intervalo R-R de cada latido frente al latido previo. Algunas representaciones gráficas pueden orientar hacia la existencia de arritmias concretas distintas de la FA⁴.

Aunque la fotopleletismografía está presente en dispositivos médicos habitualmente utilizados para la medición de la frecuencia cardiaca y la saturación de oxígeno, su uso en todo tipo de *wearables* (pulseras, brazaletes, bandas pectorales, anillos, auriculares) y dispositivos portátiles (fundamentalmente teléfonos inteligentes, que usan el flash como fuente de luz y la cámara como sensor) proporcionan una herramienta asequible y cómoda, dada su ubicuidad, para la detección de arritmias de todo tipo.

Existen otras tecnologías no basadas en señales electrocardiográficas, como la mecanocardiografía, que emplea sensores de movimiento (como el acelerómetro o el giroscopio, presentes también en teléfonos inteligentes) para detectar la actividad mecánica cardiaca, o la fotopleletismografía sin contacto (denomi-

Tecnología	Formato	Tipo		Sensores	Trazado	Ejemplos con marcado CE
ECG	Wearable	Smartwatch		2 electrodos	ECG 1 derivación	AppleWatch, Samsung Galaxy Watch, Google Pixel Watch, Huawei Watch, ASUS Watch, Fitbit, Withings, Pritxon
		Cinta pectoral		2 electrodos	ECG 1 derivación	Suunto Movesense Medical
		Parche		2 a 4 electrodos	ECG 1 a 3 derivaciones	Bardy Dx Carnation Ambulatory Monitor, BioTel Mobile Patient Telemetry, BodyGuardian Mini Patches, Life Signal Biosensor Patch, S-Patch Cardio, VitalPatch, VivaLink, Zio XT/AT
	Dispositivo portátil	Varios		2 a 3 electrodos	ECG 1 a 6 derivaciones	AliveCor Kardia, Beurer ME 90, Coala Heart Monitor, ECGCheck, Eko DUO, HeartCheck CardiBeat, MyDiagnostick, Zenicor-ECG
PPG	Wearables	Pulseras		1 sensor	Onda de pulso	Huawei Band
	Dispositivo portátil	Smartphone		1 sensor (cámara)	Tacograma y gráfico de Lorenz	Fibrichek, Preventicus Heartbeats, CardioSignal.

Figura 1. Principales dispositivos digitales para la detección y la monitorización de arritmias. CE: *Conformité Européenne*; ECG: electrocardiografía; PPG: fotopleletismografía. Imágenes: Flaticon.com, Freepik.

nada también videopleletismografía o fotopleletismografía de imagen), basada en el análisis de señales pulsátiles corporales detectadas por vídeo, entre otras.

CRIBADO DE FIBRILACIÓN AURICULAR

La *European Heart Rhythm Association* recomienda realizar un cribado sistemático de FA en pacientes con ictus, mayores de 75 años o mayores de 65 años con comorbilidad, y oportunístico en mayores de 65 años sin comorbilidad o menores con comorbilidad⁵. Para ello, se prefieren los dispositivos basados en ECG o en fotopleletismografía a la toma de pulso, ya que esta última tecnología ha demostrado un valor predictivo positivo elevado para el diagnóstico de FA en grandes estudios poblacionales^{6,7}. En menores de 65 años sanos no se recomienda el cribado, aunque los dispositivos digitales portátiles podrían ser de utilidad en pacientes con síntomas compatibles con la FA.

HERRAMIENTAS DIGITALES PARA LA MONITORIZACIÓN Y EL SEGUIMIENTO DE PACIENTES CON ARRITMIAS

Más allá de la detección de arritmias, las herramientas digitales descritas han demostrado utilidad en pacientes con diagnóstico de FA establecido, tanto para la monitorización de la frecuencia cardiaca (que permite el ajuste telemático de fármacos frenadores) como para la monitorización del ritmo de pacientes en los que se persigue mantener el ritmo sinusal. En esta situación, su uso podría facilitar la aplicación de una estrategia *wait-and-see* (tratamiento ambulatorio con cardioversión diferida) para los pacientes que acuden a urgencias con FA de reciente diagnóstico, pues permite

detectar qué pacientes precisarían finalmente una cardioversión por ausencia de conversión espontánea a ritmo sinusal⁸ y mejorar el seguimiento de pacientes sometidos a ablación con una monitorización prolongada que incrementaría la detección de recurrencias frente a una estrategia convencional basada en ECG en consulta o monitorización con Holter de corta duración⁹.

Por último, las herramientas digitales basadas en plataformas y aplicaciones móviles pueden ser de utilidad en el tratamiento integral del paciente con FA, pues permiten optimizar la anticoagulación, facilitan la toma de decisiones en el tratamiento de síntomas y mejoran el control de otros factores de riesgo y comorbilidades a través de la formación y la incentivación de hábitos de vida saludable, lo que tiene un demostrado impacto en la aparición de eventos clínicos (tromboembólicos, hemorrágicos, recurrencias de FA, síntomas, hospitalizaciones e insuficiencia cardiaca)¹⁰.

Consideraciones de los autores

Los autores consideran que sería recomendable el uso de dispositivos digitales para el cribado de FA en personas con indicación de anticoagulación (mayores de 65 años o con comorbilidades) y que podrían ser útiles en pacientes con diagnóstico de FA establecido para la monitorización de la frecuencia cardiaca y el ritmo, así como para el abordaje integral con un objetivo de reducción de eventos clínicos. Por último, aunque con mucha menos evidencia, los autores consideramos que podría recomendarse el uso de dispositivos digitales, especialmente basados en ECG, para el diagnóstico de arritmias paroxísticas en pacientes con síntomas compatibles, sobre todo si son infrecuentes o de corta duración.

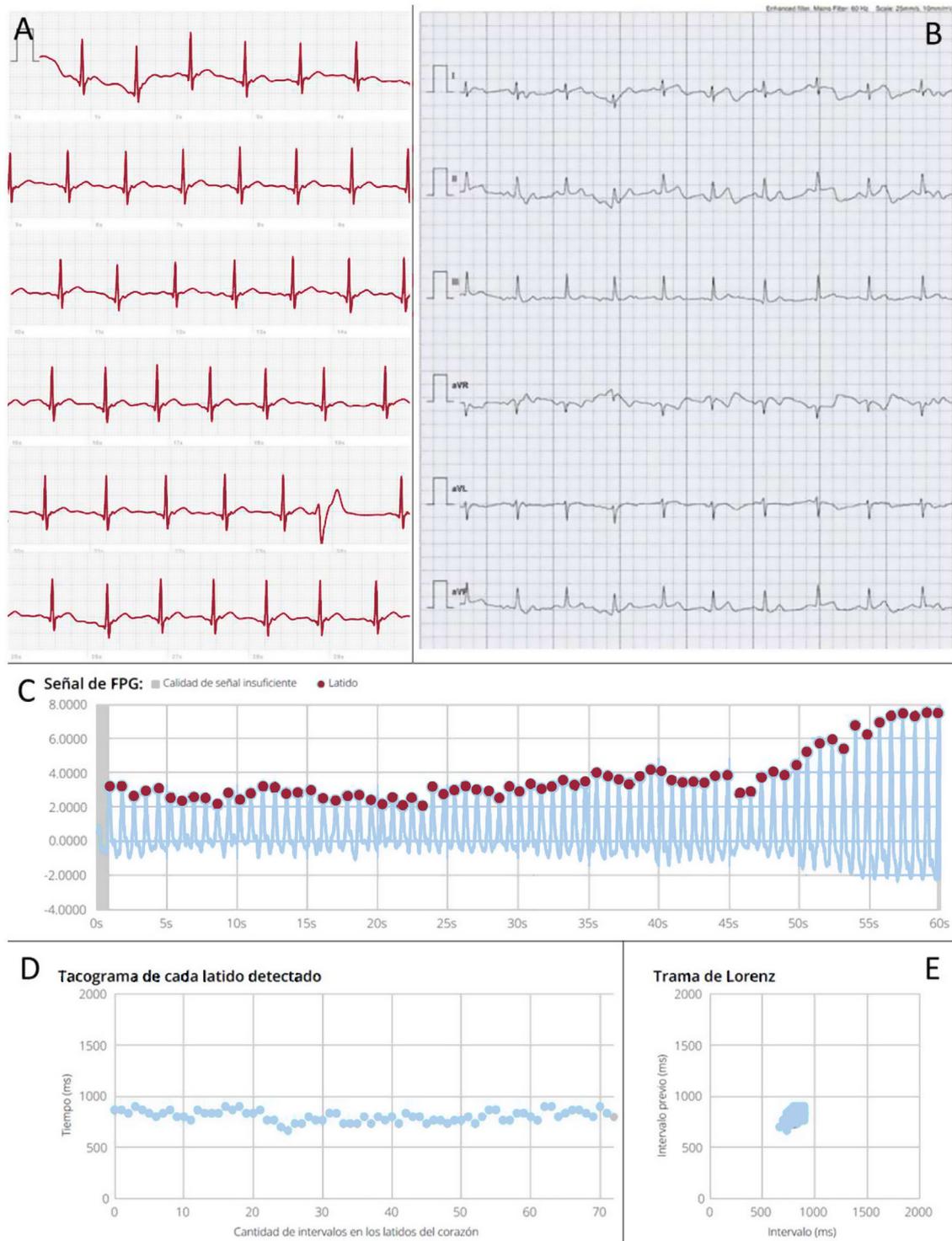


Figura 2. Ejemplos de registros de ritmo proporcionados por dispositivos digitales. A: registro de ECG de 1 derivación obtenido mediante reloj inteligente Apple Watch (Apple, Estados Unidos) en un paciente con ritmo sinusal y un extrasístole ventricular. B: registro de ECG de 6 derivaciones obtenido mediante dispositivo dedicado Kardia Mobile 6 L, (AliveCor, Estados Unidos) en un paciente en ritmo sinusal. C: señal fotopleletismográfica obtenida mediante teléfono inteligente y procesada con la aplicación Fibrichk (Corda Campus, Bélgica) que muestra la intensidad de la señal fotopleletismográfica de cada latido a lo largo de 1 min en un paciente en ritmo sinusal. D: tacograma derivado de la señal fotopleletismográfica previa que muestra la duración del intervalo R-R de cada latido. E: gráfico de Poincaré derivado de la señal fotopleletismográfica anterior que muestra la aleatoriedad del ritmo cardiaco representando el intervalo R-R de cada latido respecto del latido previo. F: señal fotopleletismográfica, tacograma y gráfico de Poincaré obtenido con la misma *app* en un paciente con fibrilación auricular. Nótese la irregularidad en la intensidad de la señal fotopleletismográfica e intervalo R-R de cada latido y la dispersión de puntos en el gráfico de Poincaré como manifestación de la aleatoriedad del ritmo. FPG: fotopleletismografía.

HERRAMIENTAS PARA EL SEGUIMIENTO DE LOS PACIENTES CON INSUFICIENCIA CARDIACA

La mayor parte de los costes del abordaje de la insuficiencia cardiaca (IC) comprenden visitas de pacientes ambulatorios a urgencias y hospitalizaciones¹¹. Hasta el 40% de los pacientes con IC tienen al menos 4 hospitalizaciones durante la duración de su enfermedad, y cada una de ellas incrementa el riesgo de mortalidad¹¹. Uno de los factores que contribuyen a las hospitalizaciones repetidas es la baja adherencia del paciente a los tratamientos farmacológicos recomendados —sobre todo a los cambios en el estilo de vida—, que suele disminuir a lo largo del tiempo tras la hospitalización¹².

Por otro lado, en muchas ocasiones el paciente no es capaz de identificar los signos y síntomas precoces del empeoramiento, por lo que solicita atención tarde y el pronóstico se ve afectado.

En los últimos años, se ha invertido un gran esfuerzo en métodos de telemedicina en IC, con innumerables ventajas (tabla 1), ya que facilitan la adherencia del paciente, predicen y evitan episodios de empeoramiento de la IC y permiten un seguimiento más estrecho sin necesidad de acudir a los centros sanitarios.

Una parte de esta telemedicina es la telemonitorización (TM), que permite a los pacientes el envío a distancia de sus datos de salud, principalmente datos sobre los síntomas, peso, frecuencia cardiaca y presión arterial almacenados en dispositivos electrónicos que se utilizan para ajustar su tratamiento (directamente o a través de un profesional sanitario) o pedir consejo médico. La TM domiciliaria puede ayudar a mantener o mejorar la calidad de la atención, facilitar el rápido acceso a la atención médica cuando sea necesario, reducir los gastos de desplazamiento de los pacientes y minimizar la frecuencia de las consultas¹³. La interrupción forzosa de consultas presenciales en numerosos países debido a la pandemia de COVID-19 ha destacado las ventajas potenciales de la TM domiciliaria¹⁴.

Los estudios sobre TM domiciliaria en IC para predecir descompensaciones presentan resultados muy variados, ya que una de las limitaciones es que la adherencia a las mediciones no suele ser completa y los algoritmos para su detección no son del todo precisos. Sin embargo, los sistemas dirigidos a optimizar el tratamiento y mejorar la adherencia tienen la ventaja de que solo necesitan estar dotados de personal durante la jornada laboral estándar; sin embargo, los que ofrecen una ayuda requieren más recursos.

No está clara la eficacia comparativa ni la relación coste-eficacia de cada una de estas estrategias. No obstante, parece que los sistemas centrados en la optimización continua de la atención (enfoque de mantenimiento de la salud) son más efectivos que los sistemas que intentan anticiparse y tratar episodios de descompensación, ya que esta última estrategia puede presentar falsos positivos y, por lo tanto, generar un consumo de recursos con

alarmas innecesarias que podrían desmotivar al personal sanitario¹⁵. Quizá con el desarrollo de algoritmos de inteligencia artificial que incluyan datos a gran escala de muchos ámbitos de la vida del paciente (*big data*) se podrían refinar dichas alertas haciéndolas más precisas. Además, no se puede olvidar que los sistemas de TM se pueden utilizar como métodos eficientes para formar y motivar al paciente, pero unos de los problemas aun sin resolver en nuestro sistema sanitario es que dichos sistemas se deben adaptar e integrar con los servicios de salud existentes¹⁶.

Una revisión Cochrane de 2017, en la que se identificaron 39 estudios importantes sobre TM domiciliaria en IC basados en la evaluación de síntomas, peso, frecuencia, ritmo cardiaco y presión arterial, mostró que la TM se asoció con una reducción del 20% de la mortalidad por cualquier causa y del 37% de la hospitalización por IC¹⁷. Desde entonces, se han publicado varios estudios que no obtuvieron resultados significativos y uno con resultados positivos^{15,18–20}. Es posible que la heterogeneidad de los estudios (unicéntricos frente a multicéntricos) y que no se haya identificado una estrategia de TM estándar para todas las unidades clínicas ni para todos los grupos de pacientes pudieran penalizar los resultados.

El estudio alemán TIM-HF2²⁰, con 1.571 pacientes con IC crónica e ingreso hospitalario previo, asignados al azar a recibir atención habitual más TM diaria o solo atención habitual durante 12 meses, mostró que el grupo con TM tuvo un 21% de menos días hospitalizados por causas cardiovasculares (17 frente a 22 días cada 100 pacientes-año) y un 36% de menos de muertes por cualquier causa (4 frente a 7 muertes/100 pacientes-año) que el grupo sin TM (ambos, $p < 0,001$). En el estudio español iCOR²¹ aleatorizó a 178 pacientes con IC a un seguimiento presencial o a asistencia con telemedicina que incluía comunicación de signos y síntomas diarios con TM y un seguimiento estructurado mediante videoconferencia o audioconferencia. El objetivo principal del estudio fueron los episodios de IC no mortales (descompensaciones que precisaron tratamiento parenteral), que tras 6 meses de seguimiento se redujeron un 65% (0,35; intervalo de confianza del 95% [IC95%], 0,20–0,59; $p < 0,001$); los reingresos por IC, un 61% (0,39; IC95%, 0,19–0,77; $p = 0,007$), y los reingresos cardiovasculares, el 57% (0,43; IC5%, 0,23–0,80; $p = 0,008$) en el grupo de telemedicina; la mortalidad fue similar en ambos grupos y además hubo una reducción neta media significativa de los costes hospitalarios directos de 3.546 euros por paciente. Este estudio de prueba de concepto se ha ratificado en los resultados del estudio multicéntrico HERMeS²², con 506 pacientes con ingreso reciente, cuyos resultados preliminares se han presentado en el Congreso Europeo de Insuficiencia Cardiaca en mayo 2023 y muestran una reducción del 59% del objetivo combinado de muerte cardiovascular o empeoramiento por IC con un número de pacientes que es necesario tratar de 4²³.

Dispositivos específicos para medición y telemonitorización

A pesar de que existen en el mercado dispositivos no invasivos portátiles para la monitorización del ritmo cardiaco y la congestión pulmonar (bioimpedancia), no está del todo claro si proporcionan beneficios adicionales a la TM convencional²⁴. En cuanto a los dispositivos de TM invasivos, sabemos que los dispositivos implantables (terapia de resincronización cardiaca, desfibrilador automático implantable) más actuales proporcionan, mediante conexión inalámbrica a distancia, información sobre el propio dispositivo (generador y funcionamiento de los electrodos), arritmias o datos fisiológicos del paciente (frecuencia cardiaca, actividad, ruidos cardiacos, bioimpedancia) e incluso algoritmos de detección de congestión (Optivol Medtronic, Estados Unidos; HeartLogic, Boston Scientific, Estados Unidos, etc.). Sin embargo, en

Tabla 1

Ventajas de la telemedicina en la insuficiencia cardiaca

- Mejora del acceso a la atención especializada, especialmente en zonas rurales o con escasez de recursos humanos o materiales
- Optimización del seguimiento clínico y el ajuste terapéutico mediante el uso de dispositivos que permiten monitorizar parámetros como el peso, la presión arterial, la frecuencia cardiaca o el oxígeno en sangre, así como recoger información sobre los síntomas y la adherencia al tratamiento
- Prevención y detección precoz de las descompensaciones agudas
- Formación sanitaria y empoderamiento del paciente mediante programas que fomentan el autocuidado, el conocimiento de la enfermedad y el manejo de los factores de riesgo
- Reducción de los costes sanitarios asociados a la insuficiencia cardiaca, al disminuir las visitas presenciales innecesarias, las consultas a urgencias, los ingresos hospitalarios y la mortalidad

los distintos estudios se obtiene que dicha TM es más útil para detectar el mal funcionamiento del dispositivo y arritmias como la FA, sin que la detección de la congestión por los dispositivos se asocie con una evidencia sólida con una reducción de los ingresos por IC o la mortalidad²⁵⁻²⁷. Podrían ser de utilidad otros dispositivos de TM implantables como las grabadoras en bucle subcutáneas que, aparte de monitorizar la frecuencia y el ritmo cardíacos, detectan la actividad y la bioimpedancia.

Otros dispositivos con implantación en la arteria pulmonar (CardioMEMS, Abbott, Estados Unidos) se han desarrollado para monitorizar su presión (el aumento de la presión diastólica de la arteria pulmonar es uno de los signos más precoces de congestión), y permiten ajustar el tratamiento precozmente. Sin embargo, los resultados son dispares; algunos muestran una reducción del riesgo de hospitalizaciones por IC²⁸ y mejora de la calidad de vida²⁹; en otros, como el ensayo clínico aleatorizado GUIDE-HF³⁰ con más de 1.000 pacientes incluidos, no hubo diferencias en el objetivo primario de mortalidad por cualquier causa, hospitalización o visitas a urgencias entre los pacientes ambulatorios estables con IC crónica cuando se compara el tratamiento basado en las presiones de medidas por CardioMEMS con la atención habitual. No obstante, los autores consideran que la pandemia de COVID-19 puede haber contribuido a este resultado, ya que sí hubo beneficio en la cohorte inscrita antes de la pandemia³¹.

Inteligencia artificial

Adelantarse a las descompensaciones quizá sea el objetivo más ambicioso de la eSalud en IC. Para ello, la inteligencia artificial con algoritmos de predicción basada en *big data* es un complemento ideal que podría otorgar a la TM un beneficio adicional. En una revisión reciente³², se describen las estrategias y el rendimiento de los algoritmos basados en inteligencia artificial para la predicción del ingreso hospitalario de pacientes con IC. De los artículos analizados, 16 predijeron el (re)ingreso hospitalario a los 30 días, y de 6 meses a 3 años, con áreas bajo la curva entre 0,61 y 0,79. Los

estudios que incluían parámetros de TM fueron los más precisos. Así, el estudio que evaluó prospectivamente el funcionamiento de un parche sensorial desechable, en el domicilio tras la hospitalización, dio como resultado un área bajo la curva de 0,89 para la predicción de ingreso³³. Este estudio incluía un parche de 7 días de duración que recogía la forma de onda continua del ECG, la acelerometría continua de 3 ejes, la impedancia y la temperatura de la piel y la información sobre la actividad y la postura. Los datos obtenidos se integraron con los datos administrativos y de historia clínica del paciente y se analizaron mediante modelos de *machine learning* y aprendizaje profundo (figura 3).

Otras opciones de telemedicina en IC también relacionadas con la inteligencia artificial tienen que ver con el análisis del habla en la detección de la sobrecarga de líquido pulmonar. Se ha desarrollado una aplicación para dispositivos móviles que, mediante el análisis del sonido de la voz, permite identificar con éxito las condiciones clínicas que afectan a la mecánica de vibración de las cuerdas vocales. Solo con la grabación diaria de 6 frases, la aplicación HearO (Cordio, Israel) permitió detectar en más del 90% alteraciones de la voz que reflejaban aumento de congestión³⁴. Se trata de una aplicación de procesamiento y análisis del habla que detecta las características del habla al ingreso (húmedo) diferenciándolas de las del alta (seco) del hospital. Recientemente, en un análisis de datos preliminares de 253 pacientes ambulatorios con IC, la aplicación detectó el 80% de las descompensaciones con una precocidad media de 22,5 días frente a la estrategia convencional y con muy pocos falsos positivos (2,8 alertas falsas por año).

Consideraciones de los autores

Basándonos en los datos de que disponemos, ya explicados, la guía de práctica clínica de la Sociedad Europea de Cardiología³⁵ considera que se podría utilizar la TM tanto no invasiva como invasiva (pulmonar) con una recomendación baja (IIb) y un nivel de evidencia B (tabla 2). A nuestro parecer, los estudios realizados, la falta de estandarización de los métodos, la pobre adaptación al

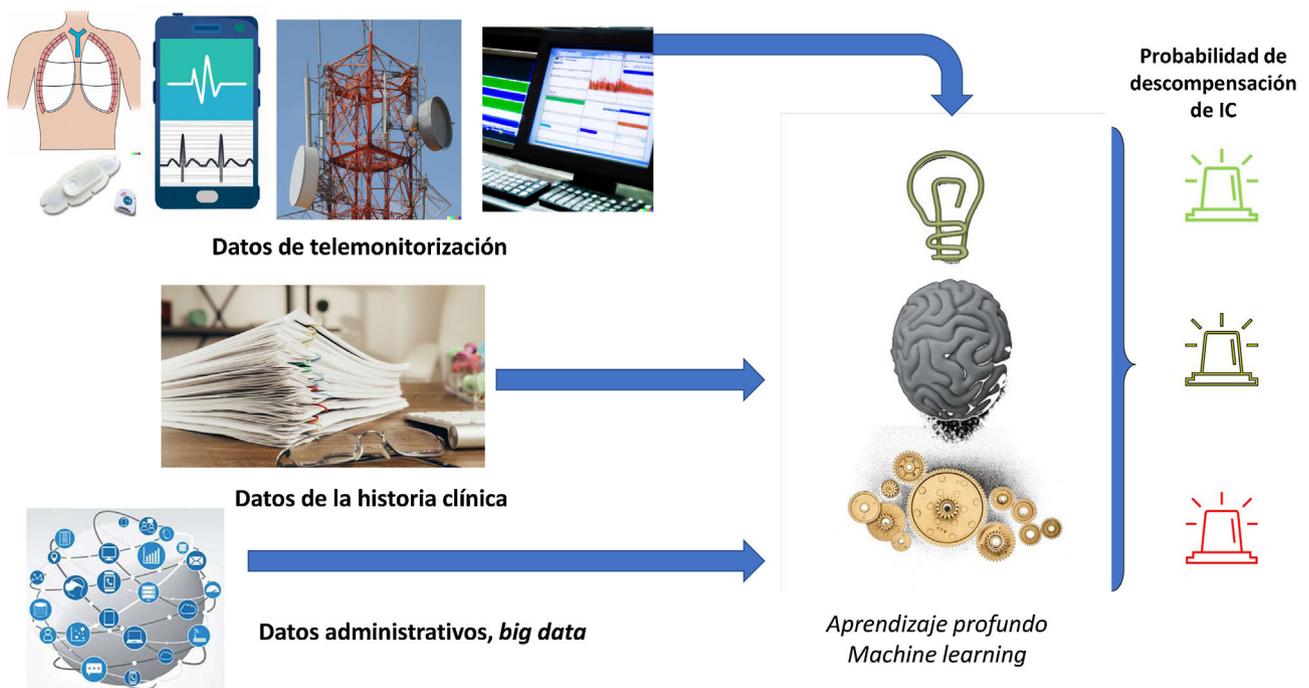


Figura 3. Figura central. Esquema de funcionamiento de la integración de los distintos datos obtenidos de diferentes fuentes y su análisis mediante modelos de *machine learning* y aprendizaje profundo. Elaborado con datos de Stehlik et al.³³. IC: insuficiencia cardíaca.

Tabla 2

Recomendaciones sobre la telemonitorización en la insuficiencia cardiaca

Recomendaciones	Clase	Nivel
Se puede considerar la TM no invasiva para los pacientes con IC a efectos de reducir el riesgo de hospitalizaciones recurrentes por IC y causas cardiovasculares y la mortalidad cardiovascular	IIb	B
Se puede considerar la monitorización de la presión arterial pulmonar mediante un sistema hemodinámico inalámbrico para los pacientes con IC a efectos de mejorar los resultados clínicos	IIb	B

Recomendaciones para la telemonitorización en insuficiencia cardiaca según la guía europea sobre insuficiencia cardiaca IC, según McDonagh et al.³⁵. IC: insuficiencia cardiaca; TM: telemonitorización.

contexto local, la dificultad para integrarla en los sistemas informáticos existentes (seguridad y confidencialidad de los datos), la falta de financiación adecuada y de incentivos para su uso en la práctica real no refleja adecuadamente lo que la telemedicina y la TM podrían aportar. Para los autores, la telemedicina y, por lo tanto, la TM en IC deberían servir para: a) asistir en la detección precoz de las descompensaciones; b) motivar al paciente y mejorar su adherencia a los tratamientos, y c) facilitar la formación del paciente sobre su enfermedad. Aun así, y en caso de que la TM no lograra mejorar los beneficios en salud frente a la presencialidad de los pacientes en las consultas y fuera al menos igual, el balance general de incluirla es muy positivo (comodidad para el paciente, ahorro de tiempo y de recursos, etc.). Sin embargo, con los últimos resultados del estudio multicéntrico HERMeS²², cuyo número de pacientes que es necesario tratar para evitar un evento fue tan bajo, en opinión de los autores debería tener un peso muy importante para que en las próximas guías esta recomendación fuera más fuerte.

HERRAMIENTAS PARA MEJORAR EL CONTROL DE FACTORES DE RIESGO

La telemedicina puede ayudar a la modificación de los factores de riesgo, la adherencia terapéutica y el control de los síntomas. En el proceso de modificación de los factores de riesgo se incluyen el control y la mejora de la presión arterial y las concentraciones de lípidos, el fomento del ejercicio y los cambios en la dieta, y el asesoramiento para dejar de fumar³⁶. Existen múltiples herramientas sencillas, como llamadas telefónicas, mensajes de texto cortos o portales en línea o *web*, mediante las que se puede realizar un seguimiento del progreso de los signos vitales y las pruebas de laboratorio, proporcionar ajustes de dosis y fomentar la actividad física, la dieta adecuada y el cumplimiento del tratamiento. Los datos de pequeños ensayos controlados y aleatorizados y metanálisis demuestran una mejora significativa en los factores de riesgo con la telemedicina, aunque la durabilidad de las intervenciones no está bien definida³⁶⁻³⁸. El abordaje global de los factores de riesgo cardiovascular se ha valorado de forma integral en programas de rehabilitación cardiaca, y las guías recomiendan la telemedicina como una opción válida en el seguimiento para incrementar la adherencia a largo plazo (nivel de recomendación IIb, nivel de evidencia B)³⁹, pero el análisis del papel de la telemedicina en rehabilitación cardiaca va más allá del objetivo de este documento.

Herramientas digitales para la hipertensión

Dispositivos digitales para la medición de presión arterial

La investigación en torno a la monitorización de la presión arterial sigue principalmente 2 enfoques; el primero es conseguir que los sistemas de medición ya existentes, basados en manguitos, sean más fáciles de usar o ajustables a la vida cotidiana; otro es

utilizar señales biomédicas fácilmente accesibles para encontrar una técnica que la mida con una precisión razonable. Dado que el nivel de precisión del primer enfoque ya es adecuado, hacerlo más pequeño, más eficiente y robusto es el objetivo principal de los dispositivos más nuevos. En el segundo enfoque, la precisión es la mayor preocupación y la versatilidad en términos de edad y otros factores son los aspectos más complejos de resolver⁴⁰.

Al igual que en el campo del ritmo cardiaco, en la presión arterial también se persigue la monitorización continua no invasiva, con dispositivos no basados en pletismografía y onda de pulso⁴¹.

Pero por ahora estos dispositivos sin manguito necesitan todavía mejores resultados para recomendar su uso en práctica clínica, ya que hasta la fecha han generado dudas importantes en cuanto a su reproducibilidad y precisan aún una validación⁴², por lo que hasta el momento las sociedades científicas no los recomiendan⁴³ y recientemente se han propuesto métodos para su validación⁴⁴.

Dispositivos para mejorar el control de la presión arterial

Existen dispositivos que pueden ayudar en el control y la transmisión de la presión arterial basados en aplicaciones móviles que combinan telemedicina y educación sanitaria. Hay muchos ejemplos recientes: en una revisión sistemática se demuestra que la atención basada en la TM domiciliar de la presión arterial con transmisión automática de datos puede ser más eficaz que el tratamiento clásico de la hipertensión⁴⁵. En particular, los estudios que utilizan aplicaciones para teléfonos inteligentes han mostrado efectos beneficiosos en este metanálisis⁴⁵, y otro ejemplo reciente del papel de la aplicación en este contexto es el estudio HERB DH1⁴⁶.

Estas estrategias de TM se han combinado con éxito en programas de prevención junto con el control de otros factores de riesgo (como los lípidos) y han mostrado reducción de las visitas a los centros sanitarios⁴⁷.

Herramientas digitales para las dislipemias

Múltiples estudios muestran que el control del colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad en pacientes en prevención secundaria son insuficientes⁴⁸. Las soluciones basadas en telemedicina pueden ser una oportunidad para mejorarlo; un buen ejemplo que ha demostrado buenos resultados es la consulta virtual de lípidos⁴⁹ basada en un estricto seguimiento virtual (historia electrónica y llamadas telefónicas) tras el alta hospitalaria con análisis consecutivos y ajuste del tratamiento hipolipemiente, que ha demostrado un alto grado de control del colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad tras un síndrome coronario agudo.

Estas estrategias de TM de los lípidos se han combinado en programas de prevención junto con el tratamiento de otros factores de riesgo como la hipertensión, con éxito demostrado⁴⁷.

Herramientas digitales para la diabetes

Dispositivos digitales para la medición de la glucemia

Existen dispositivos invasivos o directos de medición continua de la glucemia claramente contrastados que se emplean en la diabetes mellitus 1 y 2⁵⁰.

Hay en desarrollo métodos no invasivos para evaluar la glucemia⁵¹ que probablemente acaben llegando al consumidor al igual que ha ocurrido con los dispositivos para la detección de arritmias⁵², por lo que se debe estar atentos para valorar su empleo en el futuro y valorar en qué casos deben indicarse estas tecnologías.

Herramientas digitales para el tratamiento de la diabetes

Se ha demostrado que las herramientas digitales tipo aplicación mejoran el control de la diabetes en diferentes aspectos⁵³, sobre todo actuando sobre el estilo de vida⁵⁴. Este beneficio parece ser más evidente en los pacientes más jóvenes y en aquellos sistemas que proporcionen retroalimentación o *feedback* con el personal sanitario.

Herramientas digitales para el abordaje del tabaquismo

Abordar el tabaquismo en las enfermedades cardiovasculares es vital⁵⁵, ya que en las enfermedades respiratorias se ha demostrado que la telemedicina puede ser de gran utilidad⁵⁶. Hay evidencia de que las estrategias basadas en la telemedicina que emplean mensajería han mostrado beneficio en el abandono del tabaquismo⁵⁷.

Herramientas digitales para fomentar la adherencia

La adherencia al tratamiento es de gran importancia en el tratamiento de las enfermedades cardiovasculares⁵⁸. Para ello, se han empleado estrategias como las combinaciones de fármacos⁵⁹, pero puede haber también un papel para las estrategias basadas en telemedicina.

Existen múltiples publicaciones de distintas estrategias que han intentado mejorar la adherencia empleando desde mensajería (sin éxito)⁶⁰ o, con cierto éxito, aproximaciones que integran múltiples herramientas⁶¹.

Consideraciones de los autores

En este momento no recomendamos los dispositivos sin manguito para la monitorización de la presión arterial y sí la TM con el envío automático de los registros de la presión arterial para mejorar su control, especialmente con sistemas basados en aplicaciones e integrados en la historia clínica. Para mejorar el control de lípidos, recomendamos implementar estrategias y algoritmos en las historias clínicas que induzcan «alertas» en forma de llamadas telefónicas o recordatorios por mensajería. No recomendamos el uso de dispositivos no invasivos para la monitorización de la glucemia. Cuando se requiera dicha monitorización con precisión, se debe recurrir a dispositivos invasivos. Para mejorar el control de la diabetes, el abandono del tabaco y la adherencia al tratamiento, recomendamos el empleo de sistemas basados en aplicaciones validados con estudios clínicos. No recomendamos el uso de estrategias basadas exclusivamente en mensajería para mejorar la adherencia.

DESAFÍOS FUTUROS

Los desafíos futuros de la telemedicina en el campo de las enfermedades cardiovasculares que debemos plantearnos son:

- Garantizar que todos los pacientes tengan acceso a la tecnología necesaria, así como el conocimiento de su uso.
- Establecer medidas de privacidad y seguridad de datos para proteger dicha información.
- Abordaje multidisciplinario (enfermería, atención primaria, etc.) con integración fácil e interoperabilidad con la historia clínica.
- Generación de más evidencia que evalúe la calidad de la atención, los resultados clínicos y la satisfacción del paciente.
- Capacitación adecuada en el uso de la telemedicina y comprender sus beneficios y limitaciones de los pacientes y profesionales.
- Integración con la inteligencia artificial y *big data* que facilitará una atención médica más personalizada, detección temprana, asistencia en la toma de decisiones clínicas y seguimiento de los pacientes a distancia.

FINANCIACIÓN

Ninguna.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Todos los autores han contribuido sustancialmente a la concepción y el diseño, la adquisición de información y a la redacción del artículo y la revisión crítica de su contenido intelectual, han dado la aprobación a la versión final y acceden a asumir responsabilidades sobre todos los aspectos del artículo y a investigar y resolver cualquier cuestión relacionada con la exactitud y veracidad de cualquier parte del trabajo.

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

BIBLIOGRAFÍA

1. Kirchhof P, Camm AJ, Goette A, et al. Early Rhythm-control Therapy in Patients with Atrial Fibrillation. *N Engl J Med*. 2020;383:1305–1316.
2. Giada F, Gulizia M, Francese M, et al. Recurrent unexplained palpitations (RUP) study comparison of implantable loop recorder versus conventional diagnostic strategy. *J Am Coll Cardiol*. 2007;49:1951–1956.
3. Ding EY, Svennberg E, Wurster C, et al. Survey of current perspectives on consumer-available digital health devices for detecting atrial fibrillation. *Cardiovasc Digit Heal J*. 2020;1:21–29.
4. van der Velden RMJ, Verhaert DVM, Hermans ANL, et al. The photoplethysmography dictionary: practical guidance on signal interpretation and clinical scenarios from TeleCheck-AF. *Eur Heart J Digit Health*. 2021;2:363–373.
5. Svennberg E, Tjong F, Goette A, et al. How to use digital devices to detect and manage arrhythmias: an EHRA practical guide. *Europace*. 2022;24:979–1005.
6. Perez MV, Mahaffey KW, Hedlin H, et al. Large-scale Assessment of a Smartwatch to Identify Atrial Fibrillation. *N Engl J Med*. 2019;381:1909–1917.
7. Lubitz SA, Faranesh AZ, Selvaggi C, et al. Detection of Atrial Fibrillation in a Large Population Using Wearable Devices: The Fitbit Heart Study. *Circulation*. 2022;146:1415–1424.
8. Pluymaekers NAHA, Van Der Velden RMJ, Hermans ANL, et al. On-demand Mobile Health Infrastructure for Remote Rhythm Monitoring within a Wait-and-See Strategy for Recent-Onset Atrial Fibrillation: TeleWAS-AF. *Cardiology*. 2021;146:392–396.
9. Hermans ANL, Gawalko M, Pluymaekers NAHA, et al. Long-term intermittent versus short continuous heart rhythm monitoring for the detection of atrial fibrillation recurrences after catheter ablation. *Int J Cardiol*. 2021;329:105–112.
10. Guo Y, Guo J, Shi X, et al. Mobile health technology-supported atrial fibrillation screening and integrated care: A report from the mFA-II trial Long-term Extension Cohort. *Eur J Intern Med*. 2020;82:105–111.

11. Benjamin EJ, Muntner P, Alonso A, et al. Heart Disease and Stroke Statistics–2019 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 2019;139:e56–e528.
12. Sueta CA, Rodgers JE, Chang PP, et al. Medication Adherence Based on Part D. Claims for Patients With Heart Failure After Hospitalization (from the Atherosclerosis Risk in Communities Study). *Am J Cardiol*. 2015;116:413–419.
13. Brahmabhatt DH, Cowie MR. Remote Management of Heart Failure: An Overview of Telemonitoring Technologies. *Card Fail Rev*. 2019;5:86–92.
14. Cleland JGFF, Clark RA, Pellicori P, Inglis SC. Caring for people with heart failure and many other medical problems through and beyond the COVID-19 pandemic: the advantages of universal access to home telemonitoring. *Eur J Heart Fail*. 2020;22:995–998.
15. Inglis SC, Clark RA, Dierckx R, Prieto-Merino D, Cleland JG. Structured telephone support or non-invasive telemonitoring for patients with heart failure. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;2015:CD007228.
16. Frederix I, Caiani EG, Dendale P, et al. ESC e-Cardiology Working Group Position Paper: Overcoming challenges in digital health implementation in cardiovascular medicine. *Eur J Prev Cardiol*. 2019;26:1166–1177.
17. Lin M, Yuan W, Huang T, Zhang H, Mai J, Wang J. Clinical effectiveness of telemedicine for chronic heart failure: a systematic review and meta-analysis. *J Investig Med*. 2017;65:899–911.
18. Adamson PB, Ginn G, Anker SD, Bourge RC, Abraham WT. Remote haemodynamic-guided care for patients with chronic heart failure: a meta-analysis of completed trials. *Eur J Heart Fail*. 2017;19:426–433.
19. Chaudhry SI, Mattera JA, Curtis JP, et al. Telemonitoring in patients with heart failure. *N Engl J Med*. 2010;363:2301–2309.
20. Koehler F, Koehler K, Deckwart O, et al. Telemedical Interventional Management in Heart Failure II (TIM-HF2), a randomised, controlled trial investigating the impact of telemedicine on unplanned cardiovascular hospitalisations and mortality in heart failure patients: study design and description of the intervention. *Eur J Heart Fail*. 2018;20:1485–1493.
21. Comin-Colet J, Enjuanes C, Verdú-Rotellar JM, et al. Impact on clinical events and healthcare costs of adding telemedicine to multidisciplinary disease management programmes for heart failure: Results of a randomized controlled trial. *J Telemed Telecare*. 2016;22:282–295.
22. Yun S, Enjuanes C, Calero E, et al. Study design of Heart failure Events reduction with Remote Monitoring and eHealth Support (HERMeS). *ESC Heart Failure*. 2020;7:4448–4457.
23. Viladomat SY. HERMeS Trial: mHealth solutions in heart failure monitoring. Disponible en: <https://esc365.escardio.org/presentation/265669>. Consultado 14 Jul 2023.
24. Shochat MK, Shotan A, Blondheim DS, et al. Non-invasive Lung IMPEDANCE-guided Preemptive Treatment in Chronic Heart Failure Patients: A Randomized Controlled Trial (IMPEDANCE-HF Trial). *J Card Fail*. 2016;22:713–722.
25. Hindricks G, Taborsky M, Glikson M, et al. Implant-based multiparameter telemonitoring of patients with heart failure (IN-TIME): a randomised controlled trial. *Lancet*. 2014;384:583–590.
26. Morgan JM, Kitt S, Gill J, et al. Remote management of heart failure using implantable electronic devices. *Eur Heart J*. 2017;38:2352–2360.
27. Böhm M, Drexler H, Oswald H, et al. Fluid status telemedicine alerts for heart failure: a randomized controlled trial. *Eur Heart J*. 2016;37:3154–3163.
28. Abraham WT, Stevenson LW, Bourge RC, Lindenfeld JA, Bauman JG, Adamson PB. Sustained efficacy of pulmonary artery pressure to guide adjustment of chronic heart failure therapy: complete follow-up results from the CHAMPION randomised trial. *Lancet*. 2016;30:453–461.
29. Brugts JJ, Radhoe SP, Aydin D, et al. Clinical Update of the Latest Evidence for CardioMEMS Pulmonary Artery Pressure Monitoring in Patients with Chronic Heart Failure: A Promising System for Remote Heart Failure Care. *Sensors*. 2021;21:2335.
30. Lindenfeld JA, Zile MR, Desai AS, et al. Haemodynamic-guided management of heart failure (GUIDE-HF): a randomised controlled trial. *Lancet*. 2021;398:991–1001.
31. Dierckx R, Inglis SC, Clark RA, Prieto-Merino D, Cleland JG. Telemedicine in heart failure: new insights from the Cochrane meta-analyses. *Eur J Heart Fail*. 2017;19:304–306.
32. Croon PM, Selder JL, Allaart CP, et al. Current state of artificial intelligence-based algorithms for hospital admission prediction in patients with heart failure: a scoping review. *Eur Heart J Digit Health*. 2022;3:415–425.
33. Stehlik J, Schmalfluss C, Bozkurt B, et al. Continuous Wearable Monitoring Analytics Predict Heart Failure Hospitalization: The LINK-HF Multicenter Study. *Circ Heart Fail*. 2020;13:e006513.
34. Amir O, Abraham WT, Azzam ZS, et al. Remote Speech Analysis in the Evaluation of Hospitalized Patients With Acute Decompensated Heart Failure. *JACC Heart Fail*. 2022;10:41–49.
35. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, et al. ESC Scientific Document Group. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J*. 2021;42:3599–3726.
36. Takahashi EA, Schwamm LH, Adeoye OM, et al. An Overview of Telehealth in the Management of Cardiovascular Disease: A Scientific Statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2022;20146:E558–E568.
37. Turan Kavradim S, Özer Z, Boz İdt. Effectiveness of telehealth interventions as a part of secondary prevention in coronary artery disease: a systematic review and meta-analysis. *Scand J Caring Sci*. 2020;34:585–603.
38. Dale LP, Whittaker R, Jiang Y, Stewart R, Rolleston A, Maddison R. Text Message and Internet Support for Coronary Heart Disease Self-Management: Results from the Text4Heart Randomized Controlled Trial. *J Med Internet Res*. 2015;17:e237.
39. Visseren FLJ, Mach F, Smulders YM, et al. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur Heart J*. 2021;42:3227–3337.
40. Mamun MMRK, Mamun RK, Sherif A. Advancement in the Cuffless and Noninvasive Measurement of Blood Pressure: A Review of the Literature and Open Challenges. *Bioengineering (Basel)*. 2022;10:27.
41. Ibtihaz N, Mahmud S, Chowdhury MEH, et al. PPG2ABP: Translating Photoplethysmogram (PPG) Signals to Arterial Blood Pressure (ABP) Waveforms. *Bioengineering (Basel)*. 2022;9:692.
42. Islam SMS, Chow CK, Daryabeygikhotbehsara R, et al. Wearable cuffless blood pressure monitoring devices: a systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J Digit Health*. 2022;3:323–337.
43. Stergiou GS, Palatini P, Parati G, et al. 2021 European Society of Hypertension practice guidelines for office and out-of-office blood pressure measurement. *J Hypertens*. 2021;39:1293–1302.
44. Stergiou GS, Avolio AP, Palatini P, et al. European Society of Hypertension recommendations for the validation of cuffless blood pressure measuring devices: European Society of Hypertension Working Group on Blood Pressure Monitoring and Cardiovascular Variability. *J Hypertens*. 2023. <http://dx.doi.org/10.1097/HJH.0000000000003483>.
45. Kaihara T, Intan-Goey V, Scherrenberg M, et al. Automatic transmission of home blood pressure data can be effective in managing hypertension: a systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J Digit Health*. 2022;3:638–653.
46. Kario K, Nomura A, Harada N, et al. Efficacy of a digital therapeutics system in the management of essential hypertension: the HERB-DH1 pivotal trial. *Eur Heart J*. 2021;42:4111–4122.
47. Blood AJ, Cannon CP, Gordon WJ, et al. Results of a Remotely Delivered Hypertension and Lipid Program in More Than 10 000 Patients Across a Diverse Health Care Network. *JAMA Cardiol*. 2023;8:12–21.
48. Galve E, Cordero A, Cequier A, Ruiz E, González-Juanatey JR. Degree of Lipid Control in Patients with Coronary Heart Disease and Measures Adopted by Physicians. *REPAR Study Rev Esp Cardiol*. 2016;69:931–938.
49. Vázquez García R, Puche García JE, Mialdea Salmerón D, Bartolomé Mateos D, Delgado Nava V. Virtual lipid clinic after acute coronary syndrome. *Rev Esp Cardiol*. 2022;75:91–92.
50. Elsayed NA, Aleppo G, Aroda VR, et al. Diabetes Technology: Standards of Care in Diabetes. *Diabetes Care*. 2023;46(Suppl 1):S111–S127.
51. Ahmed A, Aziz S, Abd-Alrazaq A, Farooq F, Sheikh J. Overview of Artificial Intelligence-Driven Wearable Devices for Diabetes: Scoping Review. *J Med Internet Res*. 2022;24:e36010.
52. Lehmann V, Föll S, Maritsch M, et al. Noninvasive Hypoglycemia Detection in People With Diabetes Using Smartwatch Data. *Diabetes Care*. 2023;46:993–997.
53. Kitsiou S, Paré G, Jaana M, Gerber B. Effectiveness of mHealth interventions for patients with diabetes: An overview of systematic reviews. *PLoS One*. 2017;12:e0173160.
54. Wu X, Guo X, Zhang Z. The Efficacy of Mobile Phone Apps for Lifestyle Modification in Diabetes: Systematic Review and Meta-Analysis. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2019;7:e12297.
55. Gallucci G, Tartarone A, Lerosé R, Lalinga AV, Capobianco AM. Cardiovascular risk of smoking and benefits of smoking cessation. *J Thorac Dis*. 2020;12:3866–3876.
56. Watson A, Wilkinson TMA. Digital healthcare in COPD management: a narrative review on the advantages, pitfalls, and need for further research. *Ther Adv Respir Dis*. 2022;16:17534666221075493.
57. Lin H, Liu Y, Zhang H, Zhu Z, Zhang X, Chang C. Assessment of a Text Message-Based Smoking Cessation Intervention for Adult Smokers in China: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw Open*. 2023;6:e230301–e230301.
58. Solomon MD, Leong TK, Levin E, et al. Cumulative Adherence to Secondary Prevention Guidelines and Mortality After Acute Myocardial Infarction. *J Am Heart Assoc*. 2020;9:e014415.
59. Castellano JM, Pocock SJ, Bhatt DL, et al. Polypill Strategy in Secondary Cardiovascular Prevention. *N Engl J Med*. 2022;387:967–977.
60. Chow CK, Klimis HI, Thiagalingam A, et al. Text Messages to Improve Medication Adherence and Secondary Prevention After Acute Coronary Syndrome: The TEXT-MEDS Randomized Clinical Trial. *Circulation*. 2022;145:1443–1455.
61. Cruz-Cobo C, Bernal-Jiménez MÁ, Vázquez-García R, Santi-Cano MJ. Effectiveness of mHealth Interventions in the Control of Lifestyle and Cardiovascular Risk Factors in Patients After a Coronary Event: Systematic Review and Meta-analysis. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2022;10:e39593.