



medicina *intensiva*

www.elsevier.es/medintensiva



ARTÍCULO ESPECIAL

Apps y Medicina Intensiva

D. Iglesias-Posadilla^{a,*}, V. Gómez-Marcos^b y A. Hernández-Tejedor^c

^a Servicio de Medicina Intensiva, Hospital Universitario de Burgos, Burgos, España

^b Servicio de Medicina Intensiva, Hospital Universitario de Cruces, Baracaldo, Vizcaya, España

^c Servicio de Medicina Intensiva, Hospital Universitario Fundación Alcorcón, Alcorcón, Madrid, España

Recibido el 14 de septiembre de 2016; aceptado el 15 de enero de 2017

PALABRAS CLAVE

Cuidados intensivos;
Aplicaciones móviles;
Teléfono inteligente;
Tableta

Resumen Los avances tecnológicos han sido clave en el último siglo para el desarrollo de la humanidad. La Medicina Intensiva es uno de los mayores exponentes de esta revolución. Los teléfonos inteligentes (*smartphones*) con múltiples sensores son un paso más en este avance y han dado lugar al desarrollo paralelo de las aplicaciones (*apps*) para uso tanto por profesionales como por pacientes. Comentamos las principales aplicaciones médicas en el ámbito de la Medicina Intensiva.

© 2017 Elsevier España, S.L.U. y SEMICYUC. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Critical care;
Mobile applications;
Smartphone;
Handheld computer

Apps and intensive care medicine

Abstract Technological advances have played a key role over the last century in the development of humankind. Critical Care Medicine is one of the greatest examples of this revolution. Smartphones with multiple sensors constitute another step forward, and have led to the development of apps for use by both professionals and patients. We discuss their main medical applications in the field of Critical Care Medicine.

© 2017 Elsevier España, S.L.U. y SEMICYUC. All rights reserved.

Introducción

Los avances tecnológicos han sido clave en el último siglo para el desarrollo de la humanidad. Fundamentalmente

se ha debido a la todavía no reconocida «revolución informática», que ha permitido cambiar todos los ámbitos de nuestra sociedad y que ha revolucionado la Medicina; la Medicina Intensiva es uno de los mayores exponentes de esta revolución por todas las tecnologías que hoy por hoy están a nuestra disposición para el soporte orgánico de todo tipo.

Desde el nacimiento de la telefonía móvil, en 1973, cuando el directivo de Motorola Martin Cooper realizó la primera llamada con un DynaTAC 8000X a su mayor competidor,

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: diglesias@saludcastillayleon.es
(D. Iglesias-Posadilla).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.medin.2017.01.003>

0210-5691/© 2017 Elsevier España, S.L.U. y SEMICYUC. Todos los derechos reservados.

esta industria ha ido creciendo poco a poco. La verdadera eclosión de estas tecnologías llega en 2007, cuando el carismático Steve Jobs presenta la primera generación del iPhone®, que introdujo el revolucionario concepto de prescindir del teclado físico y utilizar una pantalla multitáctil, cambiando la manera de interactuar con estos dispositivos. Además, este lanzamiento se acompaña de la App Store, un repositorio de aplicaciones que son compatibles con el dispositivo, añadiéndole un plus de seguridad y confianza.

El avance tecnológico de los últimos años se ha debido a la combinación de varios factores que han determinado el gran alcance de los dispositivos móviles:

- **Hardware:** la alta capacidad de computación a la que se ha llegado con el desarrollo de chips más pequeños y energéticamente eficientes; el auge de los *smartphones*, que ha permitido un bajo coste de los teléfonos y su universalización; y el desarrollo de diferentes sensores de actividad y constantes biológicas, en auge en los últimos años con los dispositivos *wearables*.
- **Software:** el desarrollo de sistemas operativos más sencillos, amigables y seguros, y el desarrollo de las aplicaciones móviles (*apps*), que hacen uso del *hardware* avanzado.
- **Conectividad:** con el acceso global a Internet desde cualquier dispositivo a través de redes inalámbricas (*Wi-Fi*) y redes de datos (3G, 4G, etc.).

eHealth

Igual que el resto de los campos, la Medicina también ha experimentado los cambios de esta revolución informática a través de la visión de la salud electrónica, *eSalud* o *eHealth*, basada en las tecnologías de la información y las comunicaciones.

La salud móvil o *mHealth* tiene potenciales aplicaciones en problemas de salud pública, permitiendo un acceso a los recursos sanitarios de amplios sectores de la población, sin saturar el sistema al reducir consultas y hospitalizaciones, con la consiguiente reducción de costes sanitarios¹. En los países industrializados se plantea como una alternativa para resolver el problema de los costes y el acceso a la salud de una población cada vez más envejecida, mientras que en los países en vías de desarrollo, gracias a la alta penetración de las tecnologías móviles en estos países, permitirá el acceso a la sanidad a gran parte de la población dispersa en áreas rurales con medios escasos.

Como parte de la *eHealth*, junto a los registros de salud electrónicos (*electronic health records*), los datos recopilados mediante *apps* podrán ser tratados y analizados mediante el llamado *Big Data*. Supondrá un cambio radical, como ha ocurrido en otras industrias en las que ya se aplica (como en buscadores de Internet, que ofrecen resultados personalizados según las búsquedas previas). Aplicado a la salud puede suponer el desarrollo de herramientas de ayuda a la toma de decisiones clínicas, la personalización de las recomendaciones que dar a los pacientes o que estas mismas se envíen directamente a los enfermos, mejorando así la práctica clínica, la calidad y la eficiencia de la atención sanitaria².

Sin embargo, todavía existe un importante salto entre los potenciales beneficios de esta tecnología y su traslación real a los sistemas sanitarios, que conlleva una serie de retos y contrapartidas que todavía no están bien resueltas, como la viabilidad, la fiabilidad, la estabilidad, la privacidad, la seguridad y la facilidad de uso de estos sistemas, como veremos más adelante.

Apps y Medicina

En la actualidad existe una gran cantidad de aplicaciones relacionadas con la salud de una forma genérica, unas destinadas a pacientes y otras a profesionales. A pesar de la gran oferta que se presenta en los diferentes repositorios, pocas cuentan con una evidencia científica que las respalde, aunque sea de una manera débil.

Hay un grupo de aplicaciones orientadas hacia el uso de estas tecnologías por pacientes, que intentan mejorar la salud en varias facetas:

- **Prevención primaria:** utilizadas para el control de la presión arterial, del peso corporal, etc.
- **Educación sanitaria:** aplicaciones que ayudan a identificar signos y síntomas de enfermedades, cara a solicitar asistencia sanitaria, como puede ser la *app* de la *American Heart Association* para el reconocimiento del ictus.
- **Proceso de autocuidado y terapias guiadas:** la orientación hacia el paciente de las aplicaciones produce mayor implicación en su tratamiento, dejando de ser un sujeto pasivo y promoviendo que sea responsable de su cuidado, consiguiendo una mejor adhesión al tratamiento. Actualmente existen múltiples enfermedades, como la diabetes³, la EPOC⁴, el asma⁵ o la obesidad⁶, o procesos como la deshabituación del tabaco⁷, la pérdida de peso⁸ y otras enfermedades prevalentes⁹, en las que las nuevas tecnologías permiten la monitorización y un mejor control de estas afecciones, aunque todavía la evidencia que lo sustenta no es suficiente¹⁰.
- **Rehabilitación:** existen ya experiencias en telerrehabilitación cardíaca postinfarto de miocardio¹¹, y también en el ictus se han planteado los primeros estudios experimentales en los que se compara la telerrehabilitación con dispositivos móviles y sensores revisados por terapeutas frente a la terapia convencional¹². Esto puede suponer una ampliación de terapias con los mismos medios, con el evidente beneficio para la sociedad.

Este planteamiento podría cambiar el paradigma de la Medicina actual, permitiendo, de una manera económicamente viable, el control ambulatorio de pacientes con enfermedades crónicas ayudados por aplicaciones certificadas por las autoridades sanitarias, que les aconsejarían en el control domiciliario de sus afecciones y cuándo acudir a los servicios sanitarios en busca de atención médica, convirtiendo al médico de un futuro no muy alejado en no solo un prescriptor de cuidados y fármacos, sino también de *apps*. En el caso de pacientes que lleguen a requerir un ingreso en unidades de cuidados intensivos, nos permitirán evaluar su situación clínica y control ambulatorio previo.

Además, la llegada de las nuevas tecnologías ha supuesto cambios en muchos ámbitos del desarrollo de la profesión

médica. En los últimos años se ha visto un aumento en la adopción de los *smartphones* por los profesionales de la salud, tal como ocurre con la población general¹³. Si bien existe un exceso de oferta de *apps* relacionadas con la salud de carácter profesional, es cierto que ciertos repositorios han adecuado apartados específicos para profesionales de la salud.

Medicina Intensiva y *apps*

Aunque, como ya comentamos, nuestra especialidad es la más tecnificada por su idiosincrasia, la relación con las aplicaciones para móviles es escasa: la búsqueda en PubMed («Critical Care»[Mesh]) AND «Mobile Applications»[Mesh]) no ofrece ningún resultado. No obstante, son muchas las áreas de conocimiento de nuestra especialidad que sí tienen experiencias publicadas con *smartphones* y *apps*, algunas creadas por intensivistas españoles.

La oferta de aplicaciones profesionales para nuestra especialidad es extensa, por lo que hemos diferenciado varios grupos.

Divulgación

Muchas editoriales poseen aplicaciones para la distribución de sus revistas, que poseen formatos similares a las revistas físicas, con las ventajas de la distribución inmediata y los contenidos actualizados. Entre las aplicaciones de este grupo destacan las propias de las revistas de referencia de nuestra especialidad, como *Intensive Care Medicine* o *Critical Care Medicine*. A través de ellas podemos acceder a todos los números de la revista, que se pueden comprar individualmente o descargar si tenemos una suscripción activa.

Existen también *apps* que permiten búsquedas en bases de datos de literatura biomédica como PubMed/MEDLINE, como PubMed on Tap (iOS) y PubMed Mobile (Android) y PubMed4Hh (Android, iOS). Algunas permiten incluso la confección de nuestra propia bibliografía. Además, *apps* como Leer por QxMD (Read by QxMD, disponible en ambas plataformas) permiten alertas personalizadas basándose en palabras clave, artículos destacados por su relevancia o recomendaciones de otros colegas, permitiéndonos una actualización científica constante y de calidad.

Mendeley (disponible para iOS y Android) es una aplicación gratuita que permite la gestión de bibliografía y la lectura de los archivos con extensión PDF. Cuenta con versiones de escritorio para PC y Mac que permiten también la gestión de la bibliografía y la introducción de citas bibliográficas en diferentes procesadores de textos.

EndNote (iOS) es la versión comercial de Thomson Reuters, disponible para tabletas, que permite la gestión y la lectura de referencias bibliográficas y los PDF. También existe versión de escritorio para PC y Mac, que permite su utilización en diferentes procesadores de textos.

Farmacopea

Estas aplicaciones tienen en común la información presentada: nombre del medicamento, posología, farmacocinética, farmacodinámica, efectos adversos, ajuste según

función renal o hepática, presentaciones, costes, etc. Habitualmente son versiones de bases de datos de fármacos de organismos estatales, por lo que su fiabilidad y actualización están garantizadas.

Resultan útiles para consultas concretas, como en el caso de fármacos tomados por los pacientes que no son habituales en nuestro medio, intervalos de dosis, necesidad de ajuste en situaciones de insuficiencia renal o un listado de efectos secundarios.

Destacamos:

- **aempsCIMA**. El centro de información *online* de medicamentos (CIMA) de la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios dispone de su propia aplicación gratuita en la que es posible consultar los fármacos comercializados en España, bien por nombre comercial, bien por principio activo. Permite consultar medicamentos autorizados, no autorizados o ambos, comercializados o no. Da acceso a la ficha técnica y/o al prospecto, el laboratorio que lo comercializa, la fecha de comercialización, los principios activos, la clasificación ATC –anatómica, terapéutica y química– y el listado de presentaciones.
- **Medimecum**[®], propiedad de Luis Fernando Villa Alcázar, reumatólogo. Es una aplicación con coste y en este momento solo está disponible para dispositivos iOS. Incluye los datos disponibles en el libro impreso del mismo nombre (indicaciones, posología, efectos secundarios, etc.), así como acceso directo a la ficha técnica de la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios de cada fármaco.
- **Vademécum**, propiedad de Vidal Vademécum Spain. Tiene una parte gratuita con la misma información de cada fármaco disponible en su página de Internet (indicaciones, posología, efectos secundarios, etc.) y unos módulos de pago (guía farmacológica e interacciones). En cualquier caso, su uso requiere el registro previo, algo que no es necesario para consultar la misma información en la web.

Calculadoras médicas

Constituyen otro grupo de aplicaciones con una amplia difusión, de especial relevancia en el entorno de los cuidados intensivos y de gran utilidad a pie de cama. En general, son útiles para índices pronósticos, fórmulas relacionadas con valores analíticos y cálculos de dosis de infusión. Aunque hay aplicaciones para un único cálculo, la mayoría incluyen varios de ellos, generalmente clasificados por órganos o sistemas. La mayoría de las aplicaciones proporcionan resultados precisos y fiables, según uno de los pocos artículos que ponen a prueba varias de estas calculadoras médicas¹⁴.

La más empleada entre usuarios de equipos Android es MediCalc[®], que es una aplicación gratuita en español que incluye un gran número de cálculos y tiene la ventaja de agrupar varios de ellos, lo que permite introducir una única vez las variables comunes. No tiene un apartado específico de cuidados intensivos e incluye el cálculo de índices de gravedad y sistemas de clasificación de uso habitual en nuestro medio, como APACHE, SOFA, qSOFA, RIFLE, etc.

Entre usuarios de dispositivos iOS las más valoradas son MedCalc, MedCalX y MDCalc. Tienen un perfil similar y están disponibles en inglés. Sin embargo, la primera, de origen

suizo y desarrollada por los Drs. Pfiffner y Tschopp, hace tiempo que dejó de ser gratuita, lo que ha aumentado las descargas de MDCalc, comercializada por MD Aware como *app*, aunque tiene una larga trayectoria como calculadora en línea.

Otras calculadoras médicas similares son Medi-math/Mediquation Medical Calculator, Calculate by QxMD, o ClinCalc-Medical Calculator.

Destacamos también UCI RenalCalc[®], desarrollada por el Dr. Antoni J. Betbesé, intensivista, que ofrece una completa utilidad para el cálculo de dosis, velocidades, presiones, etc., que se realizan en el uso habitual de terapias de reemplazo renal continuo.

Finalmente mencionamos EMRA PressorDex, aplicación no gratuita desarrollada por la Asociación de Residentes de Medicina de Urgencias de Estados Unidos, dirigida inicialmente al cálculo de perfusiones, pero con algunos algoritmos de tratamiento básico.

Información médica

En cuarto lugar, mencionaremos las aplicaciones con resúmenes de temas, esquemas o algoritmos diagnósticos. Incluyen información que, aunque podría presentarse en otros formatos que combinen texto e imágenes, resulta más cómoda y sencilla su consulta en el formato de una aplicación.

Entre las específicas destacan como más utilizadas:

- SanfordGuide es el formato aplicación de la más famosa guía de enfermedades infecciosas en lengua inglesa. Requiere un pago y se puede adquirir solo el módulo general de enfermedades infecciosas y/o el de VIH/sida y hepatitis.
- Guía Terapéutica Antibiótica (iOS y Android) es una aplicación creada por la Comisión de Infección Hospitalaria, Profilaxis y Política Antibiótica del Hospital Son Espases (Palma de Mallorca, España). Tiene guías y algoritmos diagnósticos y terapéuticos con aspectos generales sobre el uso de antimicrobianos, guías de tratamiento empírico y manuales de prevención. Cuenta, además, con calculadoras relacionadas con procesos infecciosos, recursos web y acceso al blog de esta comisión.
- Sepsis Clinical Guide. Contiene información clínica y herramientas que se utilizan en el diagnóstico y manejo de la sepsis y el *shock* séptico. Está actualizada con las definiciones de la tercera conferencia sobre sepsis¹⁵, dispone del nuevo índice quick-SOFA para evaluación rápida de sepsis, las medidas de tratamiento de la Campaña Sobrevivir a la Sepsis (*Surviving Sepsis Campaign*) y resultados de los ensayos ARISE¹⁶, ProCESS¹⁷ y ProMISE¹⁸. Esta aplicación está destinada para el uso de médicos y otros profesionales de la salud que tratan pacientes en estado crítico.
- iTox (iOS y Android), creada por el Dr. Antonio Dueñas-Laita, farmacólogo. Requiere un pago y está en español. Cuenta con una amplia base de datos específicos sobre mecanismo de acción, signos y síntomas, diagnóstico, tratamiento y pronóstico de las intoxicaciones.
- EchoCalc es básicamente un manual de ecocardiografía gratuito, desarrollado por la *British Society of*

Echocardiography, que describe los diferentes planos y valores normales de las mediciones ecocardiográficas.

- Uptodate incluye una revisión de más de 10.000 temas en constante revisión. Aunque requiere una suscripción, la gran variedad de temas que incluye y su perfil eminentemente práctico y sintético la han hecho muy popular y son ya muchas las instituciones sanitarias que se han suscrito a ella al menos para su acceso web.

Todo en uno

También están disponibles algunas aplicaciones que incluyen varias de las funciones anteriormente señaladas. Muchas de las aplicaciones «todo en uno» incluyen una base de datos de temas más o menos amplia. Tienen una amplia difusión:

- Medscape: es una aplicación en lengua inglesa en todos sus contenidos, gratuita, desarrollada por WebMD y disponible para iOS y Android, que requiere de un registro previo para su uso. Dispone de numerosas funciones: farmacopea, interacciones farmacológicas, temario sobre enfermedades, un sistema de identificación de comprimidos por descripción, calculadora médica, procedimientos médicos, etc. Además, Medscape ofrece una versión dedicada a los cuidados intensivos, donde se exponen casos clínicos, charlas, cursos de formación continuada, artículos de interés y noticias de los diferentes campos de interés de la especialidad.
- Epocrates[®] (iOS y Android): es una aplicación en lengua inglesa gratuita que dispone de una sección de fármacos con módulo de interacciones, un sistema de identificación de comprimidos por descripción y un apartado básico de algoritmos diagnósticos y terapéuticos. Requiere estar registrado. Existe también una aplicación más completa con coste que incluye guías de práctica clínica, un manual de enfermedades y otro de medicina alternativa, la clasificación ICD-10 y protocolos de tratamiento de enfermedades infecciosas.
- Omnio (iOS y Android): actualización del famoso Skyscape. Mediante un simple registro accedemos de forma rápida y fácil a la información médica importante y relevante que nos ofrece: guía de medicamentos, Manual Merck, calculadoras, noticias, analizador de interacciones, guías de la CDC, *American Diabetes Association* y *National Comprehensive Cancer Network*.
- iDoctus (iOS y Android): aplicación española de consulta y referencia médica que incluye base de datos de medicamentos con módulo de interacciones, temario de enfermedades, calculadoras, una base de datos multimedia y casos clínicos. Su contenido está actualizado permanentemente, con fuentes fiables como la base de datos de fármacos del Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos. Cuenta también con un perfil según nuestra especialidad, seleccionando artículos relevantes e información de interés.

Educación

Los dispositivos móviles, inicialmente PDA y después tanto teléfonos inteligentes como tabletas, han tenido siempre el potencial de albergar gran cantidad de información como

libros, notas, etc. Sin embargo, este potencial se explota más aún en estos últimos dispositivos gracias a la conexión a Internet y a la capacidad de poder interactuar con la *app*, de vital importancia en un proceso de aprendizaje. En estudios recientes tanto los estudiantes de Medicina como los adjuntos jóvenes son poseedores de estas nuevas tecnologías (en más de un 75%) y demandan aplicaciones para su aprendizaje académico y su práctica clínica¹⁹, motivo por el cual muchas escuelas de Medicina y programas de residencia han reemplazado los libros de texto por tabletas electrónicas para enseñar diagnósticos, procedimientos y operaciones²⁰⁻²². Pese a que el desarrollo de las aplicaciones crece y encontramos muchas para entrenamiento de procedimientos o aptitudes, la evidencia científica que la sustenta es escasa.

Diagnóstico y tratamiento

Las aplicaciones para el diagnóstico están pensadas para conseguir, en pocos pasos, un diagnóstico preciso y el tratamiento del mismo. Muchas de ellas son versiones de los libros de referencia médica para el diagnóstico de enfermedades. La mayoría proporcionan información sobre enfermedades infecciosas, valores de laboratorio, patógenos, diagnósticos diferenciales, tratamientos, etc. Aunque antiguo, existe un estudio de 2004 que demuestra que las 5 *apps* más usadas, sobre 202 casos, daban más de un 95% de recomendaciones correctas de tratamiento²³. Estas aplicaciones tienen el potencial de ayudar al clínico a solicitar las pruebas de laboratorio o de imagen adecuadas en función de los síntomas, disminuyendo los costes de atención y mejorando la seguridad del paciente.

- enGuardia: es una herramienta de ayuda asistencial dirigida a médicos clínicos. Con más de 100 temas de enfermedades, diagnóstico diferencial y algoritmos interactivos, resulta especialmente útil en el punto de atención y las situaciones de urgencia.
- iResus: aplicación desarrollada por el *Resuscitation Council*, permite el acceso a las últimas guías y algoritmos RCP de adultos, niños y recién nacidos. Aunque su uso en entornos controlados ofrecía mejores resultados en el tratamiento de situaciones de RCP²⁴, no ha habido estudios posteriores que hayan avalado su uso en la clínica.

Comunicación clínica

Ya el simple uso de teléfonos móviles ha demostrado sus ventajas en entornos de cuidados críticos, por asociar una reducción en el riesgo de errores médicos como consecuencia de la inmediatez en la comunicación respecto a los buscapersonas²⁵. Los *smartphones* añaden a la comunicación por voz y mensajes de texto otras vías de comunicación, como correos electrónicos, mensajes multimedia, videoconferencias y otras aplicaciones de mensajería. Sea cual sea la aplicación elegida, lo que han demostrado son mejoras en la comunicación en diferentes entornos, como las experiencias publicadas por cirujanos²⁶, coordinadores de trasplantes²⁷ o servicios de urgencia²⁸.

Los dispositivos móviles y las aplicaciones permiten también la comunicación con los pacientes, bien a través de *apps*

habituales²⁹, bien a través de otras específicamente desarrolladas para la comunicación sin barreras idiomáticas, como la aplicación Patient Communicator by SCCM, creada por la *Society of Critical Care Medicine*, que permite la comunicación sin barreras lingüísticas (comunicación bidireccional en 19 idiomas), así como expresar en qué parte del cuerpo y en intensidad se sienten sensaciones de dolor, picazón, náuseas, etc., ayudando a reducir la ansiedad y el dolor y aumentando la satisfacción.

Clientes para sistemas de información hospitalaria

Son aplicaciones que permiten el acceso a los diferentes sistemas de información que poseen los hospitales, como los registros electrónicos de salud, los registros médicos electrónicos o sistemas de almacenamiento digital, transmisión y descarga de imágenes radiológicas, como Osirix HD, que proporcionan la flexibilidad de acceder a la información de los pacientes de una forma segura desde cualquier lugar, en cualquier momento, desde nuestros dispositivos.

Investigación

La recopilación de datos de estudios, ensayos clínicos, etc., mediante *apps* puede estandarizar la recogida de variables y su registro en línea, disminuyendo los errores, facilitando su análisis y asegurando una mayor confidencialidad de los datos.

Este hecho ya tiene una traducción real, ya que una de las grandes compañías de dispositivos electrónicos y *software*, como Apple, ha desarrollado una plataforma de código abierto diseñada y enfocada a la investigación médica y sanitaria: ResearchKit. Las aplicaciones que hacen uso de esta plataforma (disponibles en appstore.com/researchkit) permiten, una vez autorizado por el usuario, hacer uso de los datos referentes a la salud que tanto el dispositivo móvil como *wearables* y dispositivos de terceros capturan. Esto ha permitido reunir en poco tiempo gran cantidad de datos y obtener un mejor conocimiento de enfermedades prevalentes como la enfermedad de Parkinson (mPower), la duración y el tipo de crisis epilépticas (Epiwatch), el seguimiento del asma (Asthma Health), el TCE (Concussion Tracker), la EPOC (StopCOPD), etc. Todo esto con un enfoque muy importante hacia la privacidad, permitiendo al usuario controlar en todo momento la información a la que accede cada una de las *apps* y ver los datos que comparte en todo momento.

Con el uso de esta tecnología se consigue seleccionar más pacientes, hacer un seguimiento más eficaz, con menos pérdidas y con un coste mucho menor, lo que da más potencia y significación a los estudios realizados³⁰.

Desde el punto de vista práctico, destacamos la *app* ICU Trials by ClinCalc (iOS y Android), que es una herramienta de referencia rápida para el intensivista, con pequeños resúmenes y puntos clave de los principales ensayos clínicos en Medicina Intensiva.

Innovación

Entre las *apps* más innovadoras cabría destacar la desarrollada por Airstrip Technologies LP, que permite la

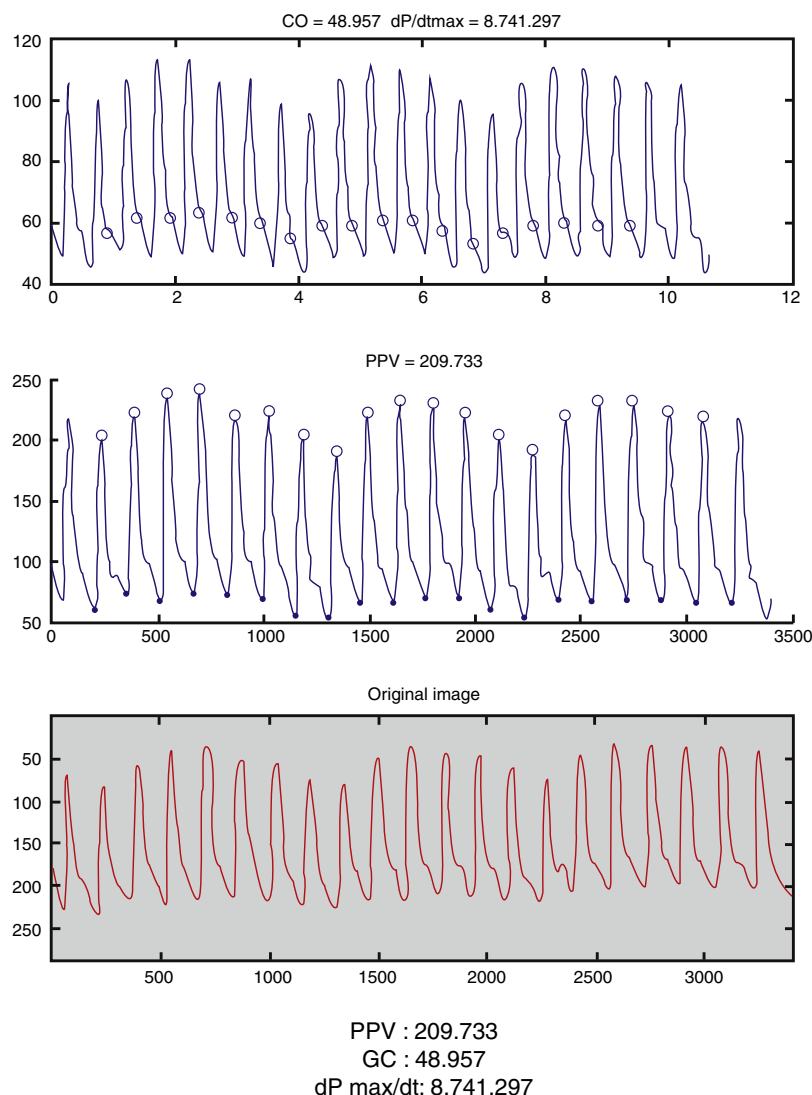


Figura 1 Captura de la *app* Capstesia (GalenicApp®, Vitoria-Gasteiz, España), en la que se pueden observar los cálculos hemodinámicos obtenidos a partir de la fotografía de una presión arterial invasiva que figuran en la parte inferior de la imagen.

visualización en tiempo real en nuestro *smartphone*, e incluso en las últimas versiones en relojes inteligentes o *smartwatch*, de las constantes monitorizadas de los pacientes.

Destaca también Lumify, de Philips®, que permite convertir nuestro teléfono, con esta aplicación y un transductor que se conecta al mismo, en un sistema de ecografía ultraportátil, uno de los avances médicos más relevantes del 2015.

Capstesia es una aplicación para iOS y Android desarrollada por GalenicApp® (Vitoria-Gasteiz, España), que digitaliza las curvas de presión arterial invasiva que ofrece cualquier monitor (*fig. 1*). Nos da directamente la variación de presión de pulso de las curvas digitalizadas y la media de las pendientes máximas de la curva (dP_{max}/dt) y estima el gasto cardiaco con un algoritmo propio. Calcula valores derivados (índice cardiaco, índice de volumen sistólico, resistencia vascular periférica, índice de resistencia vascular periférica) y tablas de tendencias a lo largo del tiempo, permitiendo así el acceso a una monitorización avanzada con

un coste inferior al de monitores específicos. Se encuentra todavía en proceso de validación clínica, aunque ya existen estudios que lo validan en entornos de simulación³¹.

Seguridad y riesgos

Obviamente el uso de estas tecnologías no está exento de una serie de riesgos no desdeñables en una sociedad de la información como en la que vivimos.

Privacidad

La recopilación de datos por parte del usuario a través de múltiples aplicaciones aumenta las oportunidades para exponer información sensible tanto personal como la relativa a su salud.

Muchas veces el usuario desconoce el funcionamiento interno de la aplicación, los servicios con los que conecta, los protocolos que utiliza, etc. Por ello, su uso se basa

únicamente en la confianza, lo cual, obviamente, no es suficiente para que ni los propios usuarios ni las instituciones adopten estas tecnologías sin una revisión estricta de la seguridad en el almacenamiento y la transmisión de estos datos. De hecho, a día de hoy existen aplicaciones que, pese a estar certificadas o avaladas por servicios públicos o sociedades científicas, no son tan fiables como cabría esperar, tal como demuestra un estudio realizado durante 6 meses a 79 *apps* que poseían la certificación de ser clínicamente seguras y dignas de confianza según el Servicio Nacional de Salud (*National Health Service*) del Reino Unido, donde se objetivó que el 89% transmitía información *online* (de las cuales el 66% la transmitía sin cifrado) y el 100% no cifraba la información personal almacenada en el dispositivo³², con lo cual, supone un potencial riesgo de exposición de información personal sensible.

A la vista de lo expuesto en el desarrollo de *apps*, el pilar fundamental para generar confianza en el usuario y en los sistemas de salud que los adopten debe ser una clara política de privacidad y de seguridad en la gestión de los datos que recopilan a nivel local (en el propio dispositivo), y que se transmiten y almacenan remotamente (en servidores públicos y privados), siempre cumpliendo con la legislación vigente en materia de privacidad, con las normas éticas y las necesidades de información médicas.

Riesgos para la salud

A pesar de ser programas informáticos que llevan una serie de procesos y depuraciones, caben los riesgos de malfuncionamiento, errores, etc. Esto puede suponer un riesgo vital para los pacientes, tal como se comprobó, por ejemplo, en un estudio sobre aplicaciones para reanimación de pacientes quemados, en el que en 13 de las 32 *apps* evaluadas se produjeron fallos en el cálculo de la fluidoterapia en función de la superficie corporal quemada³³.

Es por ello que las instituciones como la Comisión Europea y la *Food and Drug Administration* estadounidense han tomado medidas, realizando una guía de recomendaciones a la industria, y consideran ya las *apps* como cualquier otro fármaco o dispositivo médico^{34,35}, aunque la *Food and Drug Administration* pone mayor énfasis en aquellas aplicaciones que puedan tener un mayor impacto en la salud (especificadas en su anexo C), como las que transformen el *smartphone* en un dispositivo médico (por ejemplo, las aplicaciones que utilizan un sensor para medir ECG), las que se conectan a un dispositivo médico con el fin de controlar el funcionamiento del dispositivo (por ejemplo, una aplicación que cambia la configuración de una bomba de infusión) o aplicaciones que muestran, transfieren, convierten o almacenan datos de pacientes de un dispositivo conectado (por ejemplo, aplicaciones que transmiten datos de los pacientes a una estación central de enfermería).

Amenaza microbiológica

Debido a la alta implantación de esta tecnología, los *smartphones* se han transformado además en una potencial amenaza biológica por ser portadores de patógenos en entornos clínicos, como ya se ha demostrado³⁶. Tienen la capacidad de transmitir gérmenes multirresistentes y ser

una fuente de contaminación bacteriana cruzada debido a las interacciones entre mano-cara, especialmente en entornos de UCI de neonatos y adultos³⁷.

Actualmente no conocemos legislación, recomendaciones o protocolos institucionales que aseguren la adecuada limpieza de los *smartphones* y otros dispositivos electrónicos para evitar su contaminación bacteriana. De hecho, los propios fabricantes de dispositivos electrónicos advierten explícitamente contra el uso de productos agresivos, como pueden ser los desinfectantes que se emplean para la limpieza de superficies.

Por el momento, parece recomendable seguir, al menos, las directrices para la higiene de manos hasta que se desarrollen nuevas estrategias de prevención que tengan en cuenta el uso de estos dispositivos en entornos clínicos, además de cubrir los dispositivos con bolsas desechables. El uso de diferentes tipos de toallitas, no todas permitidas por los fabricantes de dispositivos, ha sido evaluado en al algún estudio piloto³⁸, pero por ahora la investigación en este campo es insuficiente. El desarrollo de teléfonos impermeables, lavables o recubiertos con nanomateriales antibacterianos y el empleo de radiación ultravioleta se aventuran como nuevas medidas en la lucha contra la contaminación bacteriana.

Pérdida de contacto con el paciente

El acceso rápido a la historia clínica, incluyendo antecedentes, pruebas de imagen, etc., tiene evidentes ventajas, pero también es preciso tener en cuenta el tiempo que los médicos pasan frente a las pantallas de los ordenadores o dispositivos electrónicos, que suponen una fuente de distracción, con potenciales efectos desastrosos³⁹, y que además relegan la anamnesis y la exploración física a un lugar al que, creemos, nunca debieron caer.

Ventajas

No todo son inconvenientes en las nuevas tecnologías. Entre las ventajas del uso de dispositivos móviles y aplicaciones cabe destacar:

- Rápido acceso a la información: las búsquedas son inmediatas a través de la indexación de las bases de datos.
- Portabilidad: inherente al propio dispositivo móvil, pudiendo disponer de una amplia cantidad de información actualizada y permitiendo una asistencia clínica a pie de cama de la mayor calidad.
- Seguridad: las *apps*, debidamente comprobadas y depuradas, suponen un plus de seguridad en la pauta y administración de fármacos, realización de procedimientos, etc.
- Facilidad de uso: la familiaridad que proporciona el uso cotidiano y los sistemas operativos actuales permiten el desarrollo de aplicaciones intuitivas y fáciles de manejar, requiriendo poco tiempo de aprendizaje.
- Acceso a redes: Internet, potencial de las aplicaciones móviles.
- Almacenamiento de datos: a pesar de ser una de las mayores amenazas en cuanto a seguridad, bien hecho puede

Tabla 1 Aplicaciones más utilizadas

	Disponibilidad	Plataformas	Propiedad	Utilidades
PubMed on Tap	Requiere un pago (gratuita limitada)	iOS	Privada	Búsqueda bibliográfica
PubMed Mobile/PubMed Mobile Pro	Gratuita (la versión ampliada requiere un pago)	Android	Privada	Búsqueda bibliográfica
PubMed4Hh	Gratuita	Android, iOS	Pública	Búsqueda bibliográfica
Leer por QxMD (Read by QxMD)	Gratuita	Android, iOS	Privada	Búsqueda y gestión bibliográfica
Mendeley	Gratuita	Android, iOS	Privada	Gestión bibliográfica
EndNote	Requiere un pago	iOS	Privada	Gestión bibliográfica
aempsCIMA	Gratuita	Android, iOS	Pública	Farmacopea
Medimecum®	Requiere un pago	iOS	Privada	Farmacopea
Vademécum	Gratuita (la versión ampliada requiere un pago)	Android, iOS	Privada	Farmacopea
MediCalc®	Gratuita	Android	Privada	Calculadora
MedCalc y MedCalX	Requiere un pago	iOS	Privada	Calculadora
MDCalc	Gratuita	iOS	Privada	Calculadora
MediMath (iOS)/Mediquation (Android) Medical Calculador	Requiere un pago	Android, iOS	Privada	Calculadora
Calculate by QxMD	Gratuita	Android, iOS	Privada	Calculadora
CliniCalc-Medical Calculator	Gratuita	Android, iOS	Privada	Calculadora
UCI RenalCalc®	Requiere un pago	Android, iOS	Privada	Calculadora
EMRA PressorDex	Requiere un pago	iOS	Privada (asociación médica)	Calculadora
Sanford Guide	Requiere un pago	Android, iOS	Privada	Información/temática
Guía Terapéutica Antibiótica	Gratuita	Android, iOS	Pública (hospital)	Información/temática
Sepsis Clinical Guide	Gratuita	Android, iOS	Privada	Información/temática
iTox	Requiere un pago	Android, iOS	Privada	Información/temática
EchoCalc	Gratuita	Android, iOS	Privada (asociación médica)	Información/temática
Uptodate®	Requiere un pago	Android, iOS	Privada	Información/temática
Medscape	Gratuita	Android, iOS	Privada	Multifunción: farmacopea, interacciones, temática, identificación de comprimidos, calculadora, cursos, noticias, etc.
Epocrates®	Gratuita (la versión ampliada requiere un pago)	Android, iOS	Privada	Multifunción: farmacopea, interacciones, temática, identificación de comprimidos, algoritmos, etc.
Omnio	Gratuita	Android, iOS	Privada	Multifunción: farmacopea, interacciones, temática, manuales, noticias, etc.

Tabla 1 (continuación)

	Disponibilidad	Plataformas	Propiedad	Utilidades
iDoctus	Requiere un pago	Android, iOS	Privada	Multifunción: farmacopea, interacciones, temática, base de datos multimedia, etc.
enGuardia	Requiere un pago	Android, iOS	Privada	Diagnóstico y tratamiento
iResus	Gratuita	Android, iOS	Privada (sociedad científica)	Diagnóstico y tratamiento
Patient Communicator by SCCM	Requiere un pago	iOS	Privada (sociedad científica)	Comunicación
ICU Trials by ClinCalc	Requiere un pago	Android, iOS	Privada	Investigación (información de ensayos clínicos)
Airstrip	Requiere un pago	Android, iOS	Privada	Monitorización
Lumify	Requiere un pago	Android	Privada	Ecografía
Capstesia	Requiere un pago	Android	Privada	Análisis curvas monitor

suponer un gran avance en la conservación y el acceso a los mismos.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Visión de futuro

Las *apps* se postulan como una parte de la «nueva Medicina» del mañana que es una realidad hoy, tal como se viene demostrando en los últimos años con mayor cantidad y calidad de los proyectos piloto y estudios descriptivos preliminares, que están sentando las bases para que los potenciales usos de estas herramientas se traduzcan, en un futuro, en entornos clínicos y educativos, contrastados y seguros.

Esto supone grandes avances y grandes amenazas, que han de ser tomadas como retos.

El uso de *apps* y la interacción con la información recopilada por otros sistemas de registro electrónicos relacionados con la salud podrán personalizar y optimizar la práctica clínica, la calidad y la eficiencia de la atención sanitaria.

Desde las entidades que las desarrollan, los sistemas sanitarios y las sociedades científicas, se ha de crear el marco legal, el marco de seguridad y los estudios que prueben su eficacia para que se conviertan en herramientas certificadas útiles, fiables y eficaces dentro de los sistemas sanitarios (tabla 1).

Conclusiones

Las *apps* se perfilan como unas herramientas más de las nuevas tecnologías de la información que presentan un enorme potencial en todos los ámbitos del quehacer médico, ofreciendo oportunidades prometedoras para mejorar el alcance y la calidad de los servicios sanitarios.

Bibliografía

- Kun LG. Telehealth and the global health network in the 21st century. From homecare to public health informatics. *Comput Methods Programs Biomed.* 2001;64:155–67.
- Murdoch TB, Detsky AS. The inevitable application of big data to health care. *JAMA.* 2013;309:1351–2.
- Sheehy S, Cohen G, Owen KR. Self-management of diabetes in children and young adults using technology and smartphone applications. *Curr Diabetes Rev.* 2014;10:298–301.
- Mitchell KE, Johnson-Warrington V, Apps LD, Bankart J, Sewell L, Williams JE, et al. A self-management programme for COPD: A randomised controlled trial. *Eur Respir J.* 2014;44:1538–47.
- Marcano Belisario JS, Huckvale K, Greenfield G, Car J, Gunn LH. Smartphone and tablet self management apps for asthma. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013;11:CD010013.
- Granado-Font E, Flores-Mateo G, Sorli-Aguilar M, Montana-Carreras X, Ferre-Grau C, Barrera-Uriarte ML, et al. Effectiveness of a smartphone application and wearable device for weight loss in overweight or obese primary care patients: Protocol for a randomised controlled trial. *BMC Public Health.* 2015;15:531.
- Ubhi HK, Michie S, Kotz D, Wong WC, West R. A mobile app to aid smoking cessation: Preliminary evaluation of SmokeFree28. *J Med Internet Res.* 2015;17:e17.
- Hutchesson MJ, Rollo ME, Krukowski R, Ells L, Harvey J, Morgan PJ, et al. eHealth interventions for the prevention and treatment of overweight and obesity in adults: A systematic review with meta-analysis. *Obes Rev.* 2015;16:376–92.
- Martínez-Pérez B, de la Torre-Díez I, López-Coronado M. Mobile health applications for the most prevalent conditions by the World Health Organization: Review and analysis. *J Med Internet Res.* 2013;15:e120.
- Wang J, Wang Y, Wei C, Yao NA, Yuan A, Shan Y, et al. Smartphone interventions for long-term health management of

- chronic diseases: An integrative review. *Telemed J E Health*. 2014;20:570–83.
11. Varnfield M, Karunanithi M, Lee CK, Honeyman E, Arnold D, Ding H, et al. Smartphone-based home care model improved use of cardiac rehabilitation in postmyocardial infarction patients: Results from a randomised controlled trial. *Heart*. 2014;100:1770–9.
 12. Koh GC, Yen SC, Tay A, Cheong A, Ng YS, de Silva DA, et al. Singapore Tele-technology Aided Rehabilitation in Stroke (STARS) trial: Protocol of a randomized clinical trial on tele-rehabilitation for stroke patients. *BMC Neurol*. 2015;15:161.
 13. Garritty C, El Emam K. Who's using PDAs? Estimates of PDA use by health care providers: A systematic review of surveys. *J Med Internet Res*. 2006;8:e7.
 14. Bierbrier R, Lo V, Wu RC. Evaluation of the accuracy of smartphone medical calculation apps. *J Med Internet Res*. 2014;16:e32.
 15. Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, Shankar-Hari M, Annane D, Bauer M, et al. The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). *JAMA*. 2016;315:801–10.
 16. Peake SL, Delaney A, Bailey M, Bellomo R, Cameron PA, Cooper DJ, et al., ARISE Investigators; ANZICS Clinical Trials Group. Goal-directed resuscitation for patients with early septic shock. *N Engl J Med*. 2014;371:1496–506.
 17. Yealy DM, Kellum JA, Huang DT, Barnato AE, Weissfeld LA, Pike F, et al., ProCESS Investigators. A randomized trial of protocol-based care for early septic shock. *N Engl J Med*. 2014;370:1683–93.
 18. Mouncey PR, Osborn TM, Power GS, Harrison DA, Sadique MZ, Grieve RD, ProMISE Trial Investigators. Trial of early, goal-directed resuscitation for septic shock. *N Engl J Med*. 2015;372:1301–11.
 19. Payne KB, Wharrad H, Watts K. Smartphone and medical related App use among medical students and junior doctors in the United Kingdom (UK): A regional survey. *BMC Med Inform Decis Mak*. 2012;12:121.
 20. Stirling A, Birt J. An enriched multimedia eBook application to facilitate learning of anatomy. *Anat Sci Educ*. 2014;7:19–27.
 21. Hawkes CP, Walsh BH, Ryan CA, Dempsey EM. Smartphone technology enhances newborn intubation knowledge and performance amongst paediatric trainees. *Resuscitation*. 2013;84:223–6.
 22. Nuss MA, Hill JR, Cervero RM, Gaines JK, Middendorf BF. Real-time use of the iPad by third-year medical students for clinical decision support and learning: A mixed methods study. *J Community Hosp Intern Med Perspect*. 2014;4.
 23. Burdette SD, Herchline TE, Richardson WS. Killing bugs at the bedside: A prospective hospital survey of how frequently personal digital assistants provide expert recommendations in the treatment of infectious diseases. *Ann Clin Microbiol Antimicrob*. 2004;3:22.
 24. Low D, Clark N, Soar J, Padkin A, Stoneham A, Perkins GD, et al. A randomised control trial to determine if use of the iResus® application on a smart phone improves the performance of an advanced life support provider in a simulated medical emergency. *Anaesthesia*. 2011;66:255–62.
 25. Soto RG, Chu LF, Goldman JM, Rampil IJ, Ruskin KJ. Communication in critical care environments: Mobile telephones improve patient care. *Anesth Analg*. 2006;102:535–41.
 26. Johnston MJ, King D, Arora S, Behar N, Athanasiou T, Sevdalis N, et al. Smartphones let surgeons know WhatsApp: An analysis of communication in emergency surgical teams. *Am J Surg*. 2015;209:45–51.
 27. Cavallin M, Bertini P, Lopane P, Guarracino F. Portable device technology in organ donation: New app for procurement coordinators. *Transplant Proc*. 2014;46:2192–4.
 28. Astarcioglu MA, Sen T, Kilit C, Durmus HI, Gozubuyuk G, Kalcik M, et al. Time-to-reperfusion in STEMI undergoing interhospital transfer using smartphone and WhatsApp messenger. *Am J Emerg Med*. 2015;33:1382–4.
 29. Shiber J, Thomas A, Northcutt A. Communicating while receiving mechanical ventilation: Texting with a smartphone. *Am J Crit Care*. 2016;25:e38–9.
 30. Rosa C, Campbell AN, Miele GM, Brunner M, Winstanley EL. Using e-technologies in clinical trials. *Contemp Clin Trials*. 2015;45:41–54.
 31. Desebbe O, Joosten A, Suehiro K, Lahham S, Essiet M, Rinehart J, et al. A novel mobile phone application for pulse pressure variation monitoring based on feature extraction technology: A method comparison study in a simulated environment. *Anesth Analg*. 2016;123:105–13.
 32. Huckvale K, Prieto JT, Tilney M, Benghozi PJ, Car J. Unaddressed privacy risks in accredited health and wellness apps: A cross-sectional systematic assessment. *BMC Med*. 2015;13:214.
 33. Wurzer P, Parvizi D, Lumenta DB, Giretzlehner M, Branski LK, Finnerty CC, et al. Smartphone applications in burns. *Burns*. 2015;41:977–89.
 34. Draft Code of Conduct on privacy for mobile health applications, 2016 [consultado 13 Sep 2016]. Disponible en: http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?action=display&doc_id=16125
 35. Mobile Medical Applications. Guidance for Industry and Food and Drug Administration Staff. February 9, 2015 [consultado 13 Sep 2016]. Disponible en: <http://www.fda.gov/downloads/MedicalDevices/DeviceRegulationandGuidance/GuidanceDocuments/UCM263366.pdf>
 36. Ulger F, Dilek A, Esen S, Sunbul M, Leblebicioglu H. Are healthcare workers' mobile phones a potential source of nosocomial infections? Review of the literature. *J Infect Dev Ctries*. 2015;9:1046–53.
 37. Heyba M, Ismaiel M, Alotaibi A, Mahmoud M, Baqer H, Safar A, et al. Microbiological contamination of mobile phones of clinicians in intensive care units and neonatal care units in public hospitals in Kuwait. *BMC Infect Dis*. 2015;15:434.
 38. Kiedrowski LM, Perisetti A, Look MH, Khaita ML, Guerrero DM. Disinfection of iPad to reduce contamination with *Clostridium difficile* and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Am J Infect Control*. 2013;41:1136–7.
 39. McBride DL. Distraction of clinicians by smartphones in hospitals: A concept analysis. *J Adv Nurs*. 2015;71:2020–30.