

Sobre estetoscopios, expedientes clínicos, inteligencia artificial y zettabytes: una mirada al futuro de la medicina digital en México

On stethoscopes, patient records, artificial intelligence and zettabytes: a glimpse into the future of digital medicine in Mexico

Diego Araiza-Garaygordobil^{1*}, Antonio Jordán-Ríos², Carlos Sierra-Fernández³ y Luis E. Juárez-Orozco^{4,5}

¹Unidad coronaria y urgencias; ²Departamento de ecocardiografía; ³Dirección de enseñanza. Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, Ciudad de México, México; ⁴Inteligencia Artificial en Cardiología, Departamento de Cardiología, Universidad de Groningen, University Medical Center Groningen, Groningen, Países Bajos; ⁵Inteligencia Artificial en Investigación Cardiovascular, Turku PET Centre, University of Turku and Turku University Hospital, Turku, Finlandia

Resumen

La ciencia y la tecnología han modificado la medicina a un ritmo vertiginoso. Si bien el acceso en México a los beneficios de las innovaciones en el área de dispositivos, almacenamiento de datos e inteligencia artificial aún es muy restringido, el avance de la medicina digital ofrece la oportunidad de solventar algunos de los problemas más grandes que enfrenta la práctica médica y la salud pública en este país. Las potenciales áreas en las que la medicina digital puede resultar innovadora son la accesibilidad a cuidados médicos de calidad, la centralización de las especialidades en grandes urbes, la deshumanización del trato médico, la falta de recursos para acceder a tratamientos avalados por evidencia, entre otros. Esta revisión presenta algunos de los avances que guían la nueva revolución en la medicina, revisa el potencial y las posibles barreras para su aplicación, además de sugerir elementos cruciales para el trayecto de incorporación de la medicina digital en México.

Palabras clave: Medicina digital. México. Cardiología. Salud digital.

Abstract

Science and technology are modifying medicine at a dizzying pace. Although access in our country to the benefits of innovations in the area of devices, data storage and artificial intelligence is still very restricted, the advance of digital medicine offers the opportunity to solve some of the biggest problems faced by medical practice and public health in Mexico. The potential areas where digital medicine can be disruptive are: accessibility to quality medical care, centralization of specialties in large cities, dehumanization of medical treatment, lack of resources to access evidence-supported treatments, among others. This review presents some of the advances that are guiding the new revolution in medicine, discusses the potential and potential barriers to implementation, and suggests crucial elements for the path of incorporation of digital medicine in Mexico.

Key words: Digital medicine. Mexico. Cardiology. Digital health.

Correspondencia:

*Diego Araiza-Garaygordobil
E-mail: dargaray@gmail.com

Fecha de recepción: 22-06-2019
Fecha de aceptación: 27-01-2020
DOI: 10.24875/ACM.20000269

Disponible en internet: 00-00-2020
Arch Cardiol Mex. 2020;90(2):193-199
www.archivoscardiologia.com

1405-9940/© 2020 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La medicina y el desarrollo tecnológico han mantenido una relación estrecha y cambiado la práctica clínica a un ritmo cada vez más acelerado. Hace tan sólo unas décadas, el médico basaba su determinación diagnóstica y el tratamiento correspondiente en el razonamiento clínico, mediante la integración de los resultados de maniobras de la exploración física y algunas limitadas herramientas paraclínicas¹. Muchas veces, el diagnóstico y el tratamiento carecían de un fundamento científico sólido.

En la actualidad, la gama de herramientas que el médico puede utilizar es amplia e incluye desde radiografías, electrocardiogramas (ECG) y microscopía óptica hasta pruebas genéticas e imagenología avanzada macroscópica y microscópica. Esta transición entre la “vieja” y la “nueva” medicina representa un proceso continuo, demarcado por los logros intelectuales y tecnológicos actuales. Este concepto encuentra su paralelo en el razonamiento matemático de la derivada (cálculo diferencial), la cual comunica la determinación puntual de la sensibilidad al cambio en una función o, en términos más coloquiales, el ritmo de cambio de un sistema en un momento determinado. Los clínicos se encuentran en un momento muy interesante, ya que el ritmo de los cambios en la ciencia, y por tanto la medicina, se precipitan de forma acelerada y en ocasiones hacen difícil mantener el ritmo de actualización en logros emergentes, sobre todo en instituciones de salud de alta demanda y flujo de pacientes en las que el tiempo es vital y escaso.

En consecuencia, esta revisión tiene como objetivos: a) presentar algunos de los avances que han convertido al concepto de la medicina digital un tópico relevante y cada vez más tangible, b) comentar su emergencia e importancia en el horizonte de desarrollo en México en términos de su potencial y desafíos, y c) sugerir el camino a considerar respecto de su incorporación en este país.

Nuevas tecnologías, inteligencia artificial y medicina digital

La nueva medicina incluye no sólo la información contenida en expedientes clínicos electrónicos u obtenida a través de estudios clínicos avanzados, sino también la sustraída de diversas fuentes menos tradicionales pero considerablemente más extensas, entre ellas el internet de las cosas (*the internet of things*), los “grandes datos” (*big data*), los biosensores (como las



Figura 1. Evolución del paradigma médico. Representación de los elementos presentes en la medicina para el establecimiento de una relación interpersonal, un diagnóstico y un pronóstico adecuados. Las áreas concéntricas (blanca, gris claro y gris oscuro) contienen los iconos respectivos de componentes tradicionales (interrogatorio, exploración física y razonamiento clínico), paraclínicos (estudios de laboratorio, imagen, moleculares y genéticos) y digitales (expedientes electrónicos, internet de las cosas, biosensores, *big data*, IA, aplicaciones, redes sociales, etc.) que se aglutinan en la medicina moderna. Las flechas indican el flujo de información.

relojes y sensores deportivos y los teléfonos inteligentes) y los dispositivos especializados (como los monitores de ritmo cardíaco, los marcapasos implantables y los monitores intersticiales de glucosa; Fig. 1). Los datos producidos desde estas diferentes fuentes alcanzarán en el año 2020 más de 400 zettabytes² (equivalentes a 10^{21} bytes o un trillón de gigabytes) por año. La ley de Moore³ sigue vigente y sugiere que la progresión tecnológica en términos de complejidad y capacidad de circuitos integrados se duplica casi cada dos años, esto es, a un ritmo exponencial. Para conceptualizar tales dimensiones y comportamiento, considérese el hecho de que 90% de la información almacenable que se ha generado en la historia de la humanidad ha emergido en los últimos dos años desde hace seis años (según este comportamiento logarítmico)⁴.

Al mismo tiempo, la gama de aplicaciones (software) dedicadas al manejo, almacenamiento e interpretación de estos datos es virtualmente interminable y se ha expandido como consecuencia del proceso de digitalización de pacientes ya mencionado. La necesidad de

explorar e integrar grandes cantidades de variables y datos ha preparado el terreno para el reciente resurgimiento de la inteligencia artificial (IA). La nueva era de la IA se basa en la aplicación de algoritmos de aprendizaje de máquinas⁵. Estos algoritmos se caracterizan por su capacidad para explorar, identificar y utilizar dependencias complejas no lineales a través de varias rondas de exposición a datos con el objetivo de optimizar tareas como la clasificación de imágenes y la predicción de efectos. Estos avances se desprenden de la convergencia histórica de tres factores necesarios: la capacidad de almacenar grandes cantidades de datos, nuevos procesadores en paralelo y la existencia de problemas intrínsecamente complejos en medicina⁶. Esto significa que sólo hasta esta década la capacidad analítica de los sistemas los ha perfilado como herramientas de extrema utilidad, que en algún tiempo podrán operar en escenarios médicos en los que la repetición pueda evitarse mientras que la supervisión humana pueda mantenerse, lo que maximiza el beneficio y la personalización para los pacientes⁷.

La medicina digital se puede conceptualizar como la convergencia del almacenamiento de la gran cantidad de datos que pueden obtenerse de los pacientes (genéticos, demográficos y clínicos), y generados por dispositivos inteligentes, y del análisis de ellos con el objetivo de facilitar y personalizar la prevención, detección y tratamiento de las enfermedades. Al mismo tiempo, la medicina digital incluye la incorporación de tecnologías de telecomunicación y soporte para expandir el acceso de los pacientes a información y atención de calidad, uno de los objetivos centrales de la salud pública⁸. El efecto de la era digital en la salud cobra trascendencia porque ofrece la posibilidad de empoderar al paciente para llevar un mejor control, medición, seguimiento y análisis de distintas variables de relevancia cotidiana para su salud en general o para un padecimiento específico; asimismo, la medicina digital puede mejorar la eficiencia del sistema público de salud dado que permite proveer atención médica personalizada acorde a las mediciones digitales del propio paciente.

De igual modo, tiene la capacidad de difundir y extender el área de responsabilidades en el cuidado de la salud. Mediante el uso de los teléfonos inteligentes como eje central, cada individuo puede generar sus propios datos y participar más de su propio cuidado. Al considerar además el empleo de nuevas técnicas de imagen, laboratorios portátiles, estudios de medicina digital y telemedicina es claro que existe una gran variedad de tecnologías transformadoras que han fundado un nuevo paradigma en los sistemas de salud.

¿Cuál es el potencial de la incorporación de la medicina digital en México?

México es un país donde la inequidad en salud es un problema patente, una muestra representativa del resto de Latinoamérica. Los retos en salud en este país, como han descrito Narro, et al.⁹ incluyen el desarrollo de servicios de salud para mejorar los marcadores como la esperanza de vida al nacer y la mortalidad infantil, la reducción de las desigualdades, el uso de la infraestructura y el rendimiento limitados obtenidos del sistema de salud, la formación de pregrados, posgrados y producción científica, y el grave problema de la diabetes y la obesidad¹⁰ como prioridades en salud pública, así como los retos de la administración y financiamiento de la salud a través de recursos públicos y privados. En términos de accesibilidad y atención personalizada, es habitual que los pacientes no reciban los cuidados que necesitan y buscan. De manera paralela, los proveedores encuentran cada vez más difícil experimentar satisfacción con su función como clínicos y, en muchos países (desarrollados y en vías de desarrollo), la proyección del incremento en costos de salud es probablemente insostenible. En este horizonte, el desarrollo de nuevos sistemas de salud que aprovechen las ventajas ofrecidas por las innovaciones digitales puede ayudar a afrontar estos problemas mayores de forma efectiva, asequible y escalable.

Un sistema médico robusto debe cumplir con las cuatro P: predictivo, preventivo, participativo y personalizado¹¹ y es posible que la medicina digital pueda apoyar la transformación del sistema de salud, sin perder de vista que la innovación constituye el medio para fomentar el acceso universal en salud. Algunos ejemplos de áreas de aplicación son el uso de sistemas de auditorías para controlar la calidad de cuidados de salud mediante informes digitales, el empleo de la telemedicina para mejorar el acceso de los pacientes en comunidades marginadas y remotas a cuidados de especialidad, la universalización del expediente electrónico para mejorar la continuidad de cuidados entre diferentes practicantes, centros y niveles de atención, la utilización de la IA para la optimización de estudios de tamizaje, análisis de datos para la identificación de enfermedades y la generación de mejores previsiones de riesgo, el uso de educación en línea y herramientas digitales de simulación en tercera dimensión para mejorar la educación en pregrado y posgrado, el acceso a bases de datos libres de autoría y la comunicación en tiempo real para mejorar la productividad científica y el uso de herramientas digitales para auditoría fiscal y financiera de sistemas de salud.

Tabla 1. Estudios y pruebas clínicas de medicina digital

Trastorno	Intervención digital	Número de pacientes	Efectos	Referencia
Hipertensión	ECA de App para teléfono inteligente	411	Mejóro la adherencia a medicamentos	Morakowski ¹²
Diabetes	ECA de telemedicina	321	Mejóro el control de DM2	Wild ¹³
Insuficiencia cardíaca	ECA de telemedicina	1571	Menos rehospitalizaciones, mortalidad	Koheler ¹⁴
Enfermedad inflamatoria intestinal	ECA de telemedicina	909	Menos visitas ambulatorias y rehospitalizaciones	de Jong ¹⁵
Pacientes con enfermedades crónicas	ECA de App para teléfono inteligente	99	Mejóro en el apego a la medicación	Mira ¹⁶
Diabetes tipo 1	ECA de App para teléfono inteligente	72	Mejóro del control glucémico	Kirwan ¹⁷
Dependencia de alcohol	ECA videojuego + entrenamiento cognitivo vs. tratamiento convencional	68	Mejóro función cognitiva para brazo activo	Gamito ¹⁸
Operación cardíaca	Aplicación móvil para registrar desenlaces referidos por pacientes: series de casos	1418	Información derivada de pacientes capaz de predecir estancia hospitalaria y alta independiente tras operación cardíaca	Cook ¹⁹

La tabla resume el diseño y los resultados de diferentes estudios de medicina digital en diversas alteraciones. ECA: estudio clínico aleatorizado.

Si bien estos conceptos pueden parecer teóricos, hoy en día existen ya múltiples aplicaciones de medicina digital que han demostrado una utilidad clínica, al menos en el contexto de los estudios clínicos. La [tabla 1](#) resume algunos estudios clínicos con resultados positivos en el área de la medicina digital. Los ejemplos incluyen aplicaciones y sistemas de telemedicina para disminuir desenlaces adversos o mejorar el apego al tratamiento en trastornos como hipertensión arterial, diabetes mellitus, insuficiencia cardíaca, padecimientos psiquiátricos u operaciones cardíacas.

Además de los resultados en cuanto a desenlaces médicos, la medicina digital puede contribuir a mejorar el compromiso del médico con el paciente. Por ejemplo, tecnologías avanzadas de reconocimiento de voz (para optimizar el flujo de trabajo) pueden evitar tareas repetitivas que causan incomodidad en el médico (como la integración del expediente clínico) y al mismo tiempo permitir que se conceda una mayor atención y calidad a la relación médico-paciente²⁰. Los datos recolectados de estas conversaciones podrían no sólo usarse para completar los expedientes, sino guiar la siguiente generación de investigación en materia de decisiones conjuntas, consentimiento informado, sesgos implícitos y explícitos, y proveer al clínico de retroalimentación sobre las consultas que proporciona para optimizar la satisfacción de ambos elementos en esta relación.

¿Cuáles son las barreras para la aplicación de la medicina digital en México?

Los desafíos imperantes en la incorporación de la medicina digital en México pueden organizarse en dos ejes principales (aunque ésta no pretende ser una lista exhaustiva): por un lado, la asignación de recursos económicos para el desarrollo y costo de la infraestructura necesaria, y por el otro, la aceptación de la tecnología y sus nuevos métodos analíticos por parte de grupos objetivo.

Resulta claro de la experiencia en otros países que la inversión para desarrollar un aparato sustentable que posibilite el desarrollo de la medicina digital es considerable. Por ejemplo, los Países Bajos invirtieron en 2017 más de 14 mil millones de euros, equivalente a 1.97% de su producto interno bruto (PIB), en investigación y desarrollo y, como aspecto notable, estos recursos provienen de un balance entre recursos públicos y privados. Al mismo tiempo, ese país ha subrayado su enfoque para la aplicación a gran escala de la digitalización de la salud²¹, la cual requiere centros de almacenamiento y procesamiento de datos, biobancos y sistemas de información en hospitales y centros de atención, así como capital humano considerable que los haga operacionales. El objetivo es facilitar el intercambio continuo de datos en áreas de investigación médica y salud.

En México, el porcentaje del PIB ya mencionado aún se mantiene por debajo del 1%. No obstante, es posible iniciar maniobras específicas que garanticen la transición satisfactoria hacia sistemas de salud que incorporen la medicina digital en las áreas en las que se demuestren los mayores beneficios. Una de ellas es la inversión en biobancos y estudios poblacionales que permitan la caracterización del binomio salud-enfermedad en la población mexicana para garantizar el grado de personalización necesario en el futuro de la atención médica. Otra área de relevancia es la consolidación de centros de procesamiento de datos y bioinformática que apoyen la estructuración y acceso a datos generados por las iniciativas de investigación ya señaladas. Estas maniobras abren el panorama para realizar análisis avanzados (p. ej., a través de la IA) que reflejen el mayor beneficio para la salud de la población y por tanto para la economía de la salud. Conforme la evidencia científica disponible se incrementa en relación con los recursos derivados de la medicina digital, los sistemas de salud regionales y nacionales tendrán que confrontar el hecho de la inviabilidad del modelo actual de atención en salud.

En cuanto a las tendencias de aceptación de nuevas tecnologías, aunque existen buenas razones por las cuales puede esperarse una transición suave para las generaciones más recientes (p. ej., los *millennials* y la *generación Z*), quienes han nacido en una era en la cual el acceso a internet se ha vuelto progresivamente regla y no excepción, la población que más utiliza los dispositivos portátiles en México es, paradójicamente, la que menos lo necesita (grupos privilegiados, personas con mayor grado educativo y con más recursos económicos). En este sentido, será de crucial importancia fomentar los esfuerzos para garantizar el acceso a recursos como internet, computadores, dispositivos electrónicos portátiles y, en última instancia, biosensores y otros dispositivos enfocados en las poblaciones excluidas.

Asimismo, uno de los obstáculos más grandes a los que se enfrenta el avance científico y tecnológico es, en ocasiones, el fenómeno intrínseco de la resistencia al cambio por parte de clínicos practicantes. Esta tendencia psicológica puede resultar especialmente deletérea en el campo de las ciencias de la salud en las que cierto grado de incertidumbre es ubicuo, pero con frecuencia oscurecido en el discurso tradicionalista. El uso de nuevas tecnologías y desarrollos analíticos no significa abandonar el método clínico: inspección, palpación, percusión y auscultación, ni mucho menos condenar a muerte el insigne invento de René Laënnec, el

estetoscopio, sino ejercer la curiosidad y la convicción que ha llevado a los grandes científicos a modificar paradigmas en persecución del desarrollo de la humanidad, con un espíritu innovador y siempre alertas a los posibles riesgos. La interacción de ambos métodos debe coexistir cada día en la atención médica para todos los pacientes. Es claro que estas innovaciones sólo pueden proporcionar los máximos beneficios en la medida en que los médicos y sus pacientes puedan consolidar su relación para alcanzar su objetivo mutuo en esta nueva era de la medicina.

¿Cómo alcanzar la era de la medicina digital en México?

Los elementos fundamentales para iniciar la transición a la era digital son claros: madurez suficiente de las tecnologías de la información, población suficiente con teléfonos inteligentes (73.5%, según del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI)²², presencia de banda ancha, redes sociales, laborales y personales, acceso a plataformas basadas en “la nube” y presencia de algunos servidores que puedan alojar información, seguridad cibernética y legislación de protección a la privacidad de datos, y personal médico dispuesto y cada vez más capacitado para su uso.

La penetración completa de la era digital exige la colaboración directa del sector privado con el público. El primero, mediante su inherente solvencia y acceso a recursos de tecnología innovadora que hagan viable la incorporación de tecnología al sector salud. El segundo, a través de la regulación correcta y ágil de los nuevos recursos, de manera específica ante la Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios (COFEPRIS). Durante el primer Foro Mexicano en Salud Digital, el comisionado para riesgos sanitarios Julio Sánchez y Tepoz declaró: “Hemos desarrollado el marco legal y regulatorio de dispositivos médicos, que incluye una amplia variedad de dispositivos digitales. Esto ha permitido un mejor uso de los recursos financieros y también hemos vuelto más eficiente la autorización de dichos dispositivos médicos. Ésa es la forma en que contribuimos y apoyamos la transición de México a la atención médica digital completa”¹⁶.

Acceder a la era digital en México no sería suficiente sin la incorporación de los conceptos de la medicina digital desde la formación médica. La Universidad Nacional Autónoma de México, por ejemplo, no sólo cuenta con simuladores médicos de alta tecnología desde hace más de una década, sino que ha incorporado en

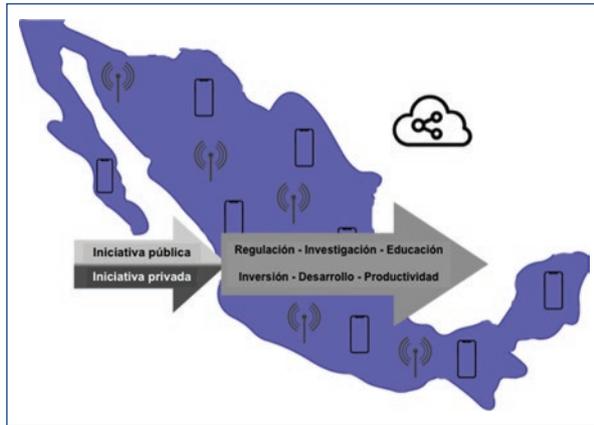


Figura 2. Representación de los elementos que pueden facilitar la emergencia y sustentabilidad de la medicina digital en México. Los elementos estáticos se demuestran en el territorio y los elementos dinámicos en las flechas.

fecha reciente nuevas tecnologías como realidad virtual y realidad aumentada a las aulas de los médicos en formación destinadas a la enseñanza de conocimientos en anatomía y fisiología, pero sobre todo a la adquisición de pensamiento y juicio clínico para resolver problemas de salud (la figura 2 muestra los factores que facilitarían el establecimiento de la medicina digital en México). Ejemplos de lo anterior son los sistemas de educación digital *visiblebody*, *anatomylearning*, *bod-yinteracts*, entre otros. En este mismo sentido, la contante actualización en diferentes grados de especialización médica y en diversas áreas de atención clínica será crucial para promover la visibilidad de la medicina digital y por tanto facilitar su expansión a través del sistema de salud.

Conclusiones

El concepto emergente de medicina digital comprende el uso de nuevas tecnologías y métodos analíticos avanzados, como la IA, para mejorar la práctica de la medicina, desenlaces clínicos y la relación médico-paciente. Estos avances ofrecen la oportunidad de optimizar la personalización y la calidad de la atención médica, y podrían atenuar los problemas del sistema de salud en México y otros países de Latinoamérica. Para estimular la transición a la era de la medicina digital en este país es necesario contar con la colaboración entre el sector privado y el público, incorporar los conceptos que subyacen a la medicina digital en la enseñanza médica, y maximizar la promoción y visualización de estas innovaciones en México. Para los

autores es evidente que la medicina digital transformará los sistemas de salud en México y el mundo en los próximos años²³.

Financiamiento

No se contó con financiamiento para la elaboración de este estudio.

Conflicto de intereses

Ninguno.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Bibliografía

1. Ellis LB, Harken DE. Mitral stenosis, clinico-physiologic correlations, with particular reference to surgical intervention. *Trans Am Clin Climatol Assoc.* 1948;60:59-70.
2. Scientific American. [2017] USA: www.scientificamerican.com [accessed 22.09.2019]. Available from: <https://www.scientificamerican.com/article/dna-data-storage-is-closer-than-you-think/>
3. Moore G [2006]. Chapter 7: Moore's law at 40. In Brock D [ed.]. *Understanding Moore's law: four decades of innovation.* Chemical Heritage Foundation. pp. 67-84)
4. Science Daily. [2017] USA: www.sciencedaily.com [accessed 22.09.2019]. Available from: <https://www.sciencedaily.com/releases/2013/05/130522085217.html>
5. Juárez-Orozco LE. Machine learning in the evaluation of myocardial ischemia through nuclear cardiology. *Curr Cardiovasc Imaging Rep.* 2019;12(2):5.
6. Juárez-Orozco LE. The machine learning horizon in cardiac hybrid imaging. *Eur J Hybrid Imaging* 2018;2(1):15.
7. Krittanawong C. Artificial intelligence in precision cardiovascular medicine. *J Am Coll Cardiol.* 2017;69(21):2657-2664.
8. Steinhubl SR, Topol EJ. Digital medicine, on its way to being just plain medicine. *NPJ Dig Med.* 2018;20175.
9. Narro-Robles J, Zepeda-Tena C. La salud en México: antiguos y naciente desafíos. Un examen actualizado. *Gac Med Mex.* 2012;148:390-9.
10. Medina C. Evidence of increasing sedentarism in Mexico City during the last decade: sitting time prevalence, trends, and associations with obesity and diabetes. *PLoS One.* 2017;12(12):e0188518.
11. Sagner M, McNeil A, Arena R. El próximo capítulo: el futuro de la asistencia sanitaria y de las intervenciones del estilo de vida. En: Egger G, Binns A, Rösner S, Sagner M. *Medicina del estilo de vida: hábitos, entorno, prevención y promoción de la salud.* 3ª ed. Barcelona: Elsevier, 2017:348-50.
12. Morawski K, Ghazinoori R, Krumme A, Lauffenburger JC, Lu Z, Durfee E, et al. Association of a smartphone application with medication adherence and blood pressure control: The MedSAFE-BP Randomized Clinical Trial. *JAMA Intern Med.* 2018;178:802-9.
13. Wild SH, Hanley J, Lewis SC, McKnight JA, McCloughan LB, Padfield PL, et al. Supported telemonitoring and glycemic control in people with type 2 diabetes: The Telescot Diabetes Pragmatic Multicenter Randomized Controlled Trial. *PLoS Med* 2016;e1002098.
14. Koehler F, Koehler K, Deckwart O, Prescher S, Wegscheider K, Kirwan BA, et al. Efficacy of telemedical interventional management in

- patients with heart failure (TIM-HF2): a randomised, controlled, parallel-group, unmasked trial. *Lancet* 2018;392:1047-57.
15. de Jong MJ, van der Meulen-de Jong AE, Romberg-Camps MJ, Bex MC, Maljaars JP, Cilissen M, et al. Telemedicine for management of inflammatory bowel disease (myIBDcoach): a pragmatic, multicentre, randomised controlled trial. *Lancet* 2017;390:959-68.
 16. Mira JJ, Navarro I, Botella F, Borrás F, Nuño-Solinís R, Orozco D, et al. A Spanish pillbox app for elderly patients taking multiple medications: randomized controlled trial. *J Med Internet Res*. 2014;6:e99.
 17. Kirwan M, Vandelanotte C, Fenning A, Duncan MJ. Diabetes self-management smartphone application for adults with type 1 diabetes: randomized controlled trial. *J Med Internet Res*. 2013;15:e235.
 18. Gamito P, Oliveira J, Lopes P, Brito R, Morais D, Silva D, et al. Executive functioning in alcoholics following an mHealth cognitive stimulation program: randomized controlled trial. *J Med Internet Res*. 2014;16:e102.
 19. Cook DJ, Manning DM, Holland DE, Prinsen SK, Rudzik SD, Roger VL, et al. Patient engagement and reported outcomes in surgical recovery: effectiveness of an e-health platform. *J Am Coll Surg*. 2013;217:648-55.
 20. Dela Cruz JE, Shabosky JC, Albrecht M, Clark TR, Milbrandt JC, Markwell SJ, et al. Typed versus voice recognition for data entry in electronic health records: emergency physician time use and interruptions. *West J Emerg Med*. 2014;15:541-7.
 21. The digital health market in the Netherlands and Switzerland. Embassy of the Kingdom of the Netherlands in Berne, Switzerland 2019. Available from: <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/03/the-digital-health-market-in-the-netherlands-and-switzerland.pdf>
 22. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Encuesta sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación en los Hogares. [2017] México: www.inegi.org.mx [accessed 22.09.2019]. Available from: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2019/OtrTemEcon/ENDU-TIH_2018.pdf
 23. Rojas JR. "México pasa a la salud digital para mejorar la atención médica". *Blasting news*. [2018] México: [accessed 22.09.2019]. <https://mx.blastingnews.com/tecnologia/2018/03/mexico-pasa-a-la-salud-digital-para-mejorar-la-atencion-medica-002431681.html>