



WORKING PAPER SERIES

WEARABLES PARA UN SISTEMA DE SALUD UNIVERSAL INCLUSIVO EN MÉXICO (Parte I.)

The Competitive Intelligence Unit

Wearables para un Sistema de Salud Universal Inclusivo en México

Ciudad de México, 2021

Coordinador de Investigación

Samuel Bautista Mora

Coordinador General

The Social Intelligence Unit

Investigación

Paulina Alejandra Castañeda Hernández

Analista e Investigadora

The Social Intelligence Unit

Santiago Yunes Kalis

Consultor

The Competitive Intelligence Unit

Colaboración

Ernesto Piedras Fera

CEO y Director General

The Competitive Intelligence Unit

Gonzalo Rojon González

Socio Director

The Competitive Intelligence Unit

Marissa Manzanilla López

Consultora

The Competitive Intelligence Unit

Fabrizio Vargas Flores

Consultor

The Competitive Intelligence Unit

Revisión Académica

Ante Salcedo González

Director General de la División Académica de Ingeniería

Instituto Tecnológico Autónomo de México

ABSTRACT

Los wearables son dispositivos electrónicos que se pueden usar como vestimenta, accesorios o implantes corporales. Estos dispositivos pueden crear, analizar y reportar información sobre signos vitales y enviar y recibir estos datos a través de Internet. Pueden usarse en una variedad de alternativas para mejorar la atención médica y el bienestar en todo el mundo: pueden ayudar a monitorear los síntomas y diagnosticar enfermedades, lo que permite una prevención, mantenimiento de la salud y tratamiento de enfermedades más efectivos.

Los wearables se están utilizando como una herramienta para aumentar la eficiencia y la accesibilidad de los sistemas de salud en todo el mundo, y se utilizan principalmente como dispositivos que pueden monitorear, registrar y analizar continuamente varios signos vitales y parámetros de la actividad física. Los wearables pueden complementar y facilitar la misión de las instituciones de salud, así como monitorear las actividades de los pacientes, permitiendo que los recursos (humanos y materiales) se utilicen en tareas más especializadas.

Los wearables tienen muchos otros beneficios como ayudar a los usuarios con rutinas de ejercicio, a crear hábitos alimenticios saludables y bienestar en general. Diversos ejemplos y experimentos muestran que el uso de wearables es eficaz para prevenir o controlar enfermedades no transmisibles (también llamadas enfermedades crónicas), que tienden a ser de larga duración y son el resultado de una combinación de factores genéticos, fisiológicos, ambientales y de comportamiento; y enfermedades transmisibles, como la COVID-19. Un desafío importante para el Sistema Mexicano de Salud y, en particular para el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), son las enfermedades no transmisibles (ENT) que en 2018 ocasionaron más muertes que enfermedades transmisibles. Además del creciente número de víctimas de las ENT, su tratamiento genera un gran impacto financiero en el sistema público de salud, así como impactos negativos indirectos en la economía debido a la pérdida de capital humano (muertes y pérdida de años de vida saludable).

También se han explorado los wearables para combatir la reciente pandemia de COVID-19. Algunos dispositivos pueden mejorar la seguridad de las personas que tienen que estar en un lugar de trabajo físico, incluso con medidas de distanciamiento social y aislamiento físico.

Una estrategia basada en el uso de wearables puede promover la actividad física y un monitoreo eficiente de las ENT. La adopción de wearables para monitorear las enfermedades de los pacientes y generar un historial médico disponible tanto para el médico tratante como para el paciente podría reducir considerablemente los tiempos de espera y las consultas médicas, permitiendo que los recursos humanos y económicos se asignen a otras actividades importantes de las instituciones de salud.

La regulación mexicana sobre la interoperabilidad del registro electrónico, el software relacionado con la salud y el intercambio de información de salud es un paso importante hacia una estrategia basada en wearables. Sin embargo, la fragmentación del sistema nacional de salud es un gran desafío para su implementación efectiva.

La brecha digital en México impacta negativamente a los pacientes y la infraestructura de salud pública, lo que podría abordarse con la implementación de una estrategia de facturación de datos inversa para cerrar esta brecha y garantizar un intercambio de información efectivo.

En este sentido, para implementar una estrategia basada en wearables para el Sistema de Salud Mexicano, se hacen las siguientes recomendaciones:

1. Incluir una estrategia gradual basada en wearables en el Plan Nacional de Salud que comprenda a actores públicos y privados relevantes y grupos de población objetivo que consideren la gestión de riesgos y los análisis de costo-beneficio.
2. Centrarse en el uso de wearables para prevenir y controlar las enfermedades no transmisibles, las que tienen mayores costos para el sistema de salud.
3. Promover el cumplimiento efectivo de la normativa de interoperabilidad tanto en los sistemas públicos como privados.
4. Considerar experiencias previas locales y privadas para mejorar las regulaciones de interoperabilidad existentes.
5. Revisar y actualizar las regulaciones destinadas a garantizar la calidad de los datos de salud y el software relacionado con la salud contenidos en los wearables (por ejemplo, promover la creación de entornos de prueba regulatorios de wearables).
6. Implementar una estrategia de cobro revertido de datos centrada en el suministro gratuito de datos a hogares de menores ingresos y usuarios de prepago.
7. Promover incentivos fiscales para reducir las barreras de adquisición de wearables y promover el desarrollo de software (aplicaciones) asociado.
8. Implementar un sistema basado en teléfonos inteligentes para que los usuarios y el personal de salud visualicen y analicen los datos considerando los patrones de adopción de estos dispositivos.

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Monitores ambulatorios de presión arterial (MAPA): dispositivos que permiten registrar las lecturas de la presión arterial durante un período de 24 horas, ya sea que el paciente esté despierto o dormido.

ChiquitIMSS y ChiquitIMSS junior: programas de prevención del IMSS que atienden a niños en el rango de siete a nueve años y de tres a seis años, respectivamente

Comisión Federal para la Protección (COFEPRIS): Comisión Federal de Protección contra Riesgos Sanitarios encargada de regular los temas de salud en México, como seguridad alimentaria, fármacos, dispositivos médicos, trasplantes de órganos y protección ambiental.

Electrocardiograma (ECG): prueba que registra la actividad eléctrica a través de parches adheridos a la piel.

Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA): Agencia federal del Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos responsable de proteger y promover la salud pública a través del control y supervisión de la seguridad alimentaria, medicamentos farmacéuticos, vacunas y dispositivos médicos, entre otros productos.

IMSS-Oportunidades: Programa público que brinda servicios de salud a personas inscritas en el Programa Oportunidades

Tecnologías de la información y la comunicación (TIC): se refiere a un amplio conjunto de tecnologías y dispositivos de comunicación, como redes inalámbricas, teléfonos inteligentes, software, redes sociales y más.

Índice de desarrollo de la información y las comunicaciones (IDT): índice que mide el desarrollo y el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones.

Índice de Desarrollo de la Información y las Comunicaciones México (IDTMex): Adaptación del IDT a México.

Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS): Sistema de atención de salud para trabajadores del sector privado basado en aportes de las empresas y de los propios trabajadores.

Instituto Nacional para la Salud y el Bienestar (INSABI): Sistema de atención de salud para personas sin seguridad social.

Instituto del Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estados (ISSSTE): sistema de salud para trabajadores del Estado.

Enfermedad no transmisible (ENT): es una enfermedad que no se transmite directamente de una persona a otra.

Petróleos Mexicanos (PEMEX): se refiere al sistema de salud para los trabajadores de PEMEX (empresa estatal).

PREVENIMSS: La estrategia fundamental del IMSS para prevenir, detectar y promover el diagnóstico oportuno del cáncer.

Monitoreo remoto de pacientes (RPM): uso de tecnologías digitales para recopilar datos médicos de personas en cualquier ubicación y transmitirlos electrónicamente a proveedores de atención médica en otra ubicación.

Secretaría de la Defensa (SEDENA): se refiere al sistema de salud para las personas en el ejército.

Secretaría de Marina (SEMAR): se refiere al sistema de Salud de la Marina.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE): organización internacional que trabaja para construir mejores políticas para una vida mejor. Su objetivo es dar forma a políticas que fomenten la prosperidad, la igualdad y el bienestar.

Organización Mundial de la Salud (OMS): organismo especializado de las Naciones Unidas responsable de la salud pública internacional.

Monitores de presión arterial portátiles (WBPM): dispositivos que se expanden y aprietan para tomar lecturas de presión arterial, de la misma manera que las máquinas de un oscilómetro de brazo.

TABLA DE CONTENIDOS

1. Introducción	8
2. Wearables en los Sistemas de Salud: Revisión de Literatura	10
I. Uso Potencial de Wearables en el Sistema de Salud	10
II. Aplicaciones Portátiles para la Atención Médica	13
a. Manejo del Paciente	13
b. Prevención de Enfermedades y Lesiones	14
c. Manejo de Enfermedad	15
III. Wearables durante la pandemia del COVID-19	16
3. Costo de las Enfermedades no Transmisibles (ENT) en México	19
I. Descripción General del Sistema de Salud en México	19
II. Costo de Tratamiento de las ENT	21
III. Mortalidad y Pérdida de Años Saludables	23
IV. Impacto en México del COVID-19	25
4. Conclusiones y Recomendaciones Generales	27
5. Apéndice: Wearables en el sistema de salud, revisión de la literatura	30
6. Referencias	34

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento de trabajo tiene como objetivo describir el estado del actual sistema de salud mexicano, su vínculo con la tecnología y, específicamente, analizar y resaltar los beneficios de contar con políticas públicas de salud que promuevan la adopción y uso de wearables.

Los wearables son dispositivos electrónicos que se pueden usar como vestimenta, accesorios o implantes corporales. Estos dispositivos pueden monitorear, analizar y reportar continuamente información sobre signos vitales y enviar y recibir estos datos a través de Internet. Pueden usarse en una variedad de alternativas para mejorar la atención médica y el bienestar en todo el mundo: pueden ayudar a monitorear los síntomas y diagnosticar enfermedades, permitiendo una prevención, mantenimiento de la salud y tratamiento de enfermedades más ubicuos.

Regularmente se afirma que el Sistema Nacional de Salud en México necesita grandes inversiones públicas para lograr la cobertura universal para atender a la creciente población. Esto ciertamente puede ser cierto, si se considera que el gasto total en el sector salud equivale a solo el 5.5% del Producto Interno Bruto (PIB), mientras que este indicador va del 9.8% al 12% en otras economías de la OCDE, como Canadá, Reino Unido, Suiza, Japón y Francia, entre otros.¹

Sin embargo, la creciente presión fiscal resultante de la actual crisis económica y de salud pública, así como los ineficientes procedimientos de recaudación de impuestos, erosionan la capacidad de inversión pública. El país requiere estrategias de gasto eficientes.

México se encuentra en una fase de transición donde las Enfermedades No Transmisibles (ENT) son cada vez más prevalentes y causan más muertes cada año. La mortalidad por infecciones respiratorias agudas o enfermedades diarreicas está disminuyendo, mientras que la diabetes, las enfermedades isquémicas del corazón y otras ENT son responsables de más muertes y requieren más recursos para el tratamiento año tras año.

¹ OECD. "Health at a glance 2019, Health Statistics" 2019. Disponible en: https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/health-at-a-glance-2019_592ed0e4-en;jsessionid=67bfhqGJgYJ8NKl0a15fIQM.ip-10-240-5-113

Por ello, este documento propone una estrategia innovadora para promover el uso de wearables para el tratamiento, seguimiento y prevención de enfermedades no transmisibles. Este enfoque representa una estrategia de ahorro de costos, pero también un desafío en cuanto a interoperabilidad y conectividad.

Este documento está estructurado de la siguiente manera: la segunda sección presenta una revisión de la literatura sobre el uso de wearables en los sistemas de salud y los experimentos exitosos que utilizan estos dispositivos con fines sanitarios en el mundo. La tercera sección describe algunos de los costos relacionados con las ENT en el sistema de salud mexicano junto con las implicaciones de las ENT en el contexto de la pandemia por COVID-19. La cuarta parte analiza la efectividad de una estrategia basada en wearables para luchar contra las ENT mediante la promoción de la actividad física y el monitoreo remoto, es decir, la prevención y el control de las ENT con el uso de wearables. La quinta parte aborda el desafío de la interoperabilidad, la relevancia de la brecha de conectividad en la discusión y otros temas regulatorios. La última parte ofrece algunas recomendaciones generales.

Este documento describe la magnitud del problema de las ENT para el sistema de salud en México y proporciona una estrategia tecnológica general y rentable para abordarlo.

2. WEARABLES EN LOS SISTEMAS DE SALUD: REVISIÓN DE LITERATURA

En la actualidad, los wearables se están utilizando como herramienta para incrementar la eficiencia de los sistemas de salud en todo el mundo, principalmente como gadgets que monitorean, registran y analizan diversos parámetros de la actividad física, así como complementos a las Instituciones de salud, reemplazando los métodos y dispositivos tradicionales. También tienen muchos otros beneficios como ayudar a los usuarios con rutinas de ejercicio o crear hábitos alimenticios saludables.

Los wearables pueden ayudar a prevenir enfermedades o aliviarlas, a la vez que tienen la ventaja de estar disponibles en todo momento, sin importar la situación que enfrente el usuario. El uso de estos dispositivos resulta rentable para rastrear o combatir enfermedades y reemplazar las visitas al hospital. En definitiva, estos dispositivos pueden complementar y facilitar la misión de las instituciones sanitarias, así como dar seguimiento a la actividad de los pacientes, permitiendo la asignación de recursos humanos y materiales en tareas más especializadas.

I. *USO POTENCIAL DE WEARABLES EN EL SISTEMA DE SALUD*

Los wearables son dispositivos electrónicos que se pueden usar como ropa, accesorios o implantes corporales. Estos dispositivos pueden monitorear, crear, analizar y reportar información sobre signos vitales y enviar y recibir estos datos a través de Internet. Los accesorios que aprovechan la tecnología actual incluyen relojes inteligentes, pulseras, joyas y ropa, entre otros.

Las pulseras y los relojes inteligentes utilizan sensores para rastrear y medir la actividad física, por ejemplo, la frecuencia cardíaca, los patrones de sueño o el control del peso. Al hacerlo, las pulseras muestran al usuario los datos obtenidos y, cuando se conectan a otras aplicaciones, brindan recomendaciones sobre cómo mejorar los ejercicios y los hábitos alimentarios, incentivando la actividad física.

La importancia de promover la actividad física radica en su impacto en la prevención de ENT como la diabetes, enfermedades cardíacas, cáncer de colon, obesidad e hipertensión, entre otras, según lo afirma la Organización Mundial de la Salud (OMS).²

Otro dispositivo portátil utilizado en la atención médica que brinda grandes beneficios son los biosensores en parches autoadhesivos que miden continuamente los signos vitales como la frecuencia cardíaca y respiratoria, la temperatura de la piel, la postura y la actividad física. Este tipo de tecnología es relevante para las personas con afecciones crónicas que requieren un seguimiento continuo, ya que resulta más fácil recopilar sus datos médicos, registrar patrones y mostrarlos en cualquier momento.

Los relojes inteligentes clínicamente validados ya están en el mercado y permiten a los usuarios rastrear su presión arterial en aproximadamente 30 segundos, observar las características del sueño, como patrones, calidad y duración, y rastrear los pasos, la distancia y las calorías quemadas.

Los relojes inteligentes tienen la capacidad de comunicarse con los servicios de emergencia si se detecta una caída repentina. Esta función automatizada también puede compartir la ubicación exacta de la persona afectada que de otro modo no podría hacerlo, convirtiéndose en un servicio crucial para salvar vidas.

Además, los wearables pueden reducir los costos de la atención médica al reducir los viajes al hospital y brindar diagnósticos de salud preliminares sin generar gastos adicionales. Estos dispositivos pueden ayudar a los médicos o cirujanos, permitiéndoles acceder a datos en tiempo real para hacer un seguimiento o analizar la gravedad de cada caso, impactando directamente en la toma de decisiones médicas.

Los wearables pueden mejorar la eficiencia del hospital mediante el uso de sensores portátiles y dispositivos similares para facilitar un monitoreo continuo de los riesgos que ponen en peligro la vida y la salud de los pacientes. Estos dispositivos permiten la detección de frecuencia cardíaca y respiratoria, temperatura corporal, saturación de oxígeno en sangre, posición, actividad,

² World Health Organization. "Global Action Plan on Physical Activity 2018–2030: More Active People for a Healthier World". Disponible en: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272722/9789241514187-eng.pdf>

postura, temperatura externa, presencia de gases tóxicos y flujo de calor que atraviesa las prendas.³

El seguimiento de la frecuencia cardíaca, la presión y otros parámetros de salud a través de dispositivos portátiles puede requerir aplicaciones móviles como una plataforma que se puede utilizar para conectar a los pacientes con sus médicos, lo que permite al personal del sector salud un seguimiento y comprobación de los datos de sus pacientes, asegurando que cualquier tratamiento esté funcionando como fue previsto o previniendo el progreso de alguna enfermedad.

En un momento en el que la sociedad es cada vez más consciente de la importancia de la salud mental, los wearables pueden jugar un papel central al brindar a las instituciones de salud información cuantificadora para detectar trastornos como la depresión que afecta a 300 millones de personas en todo el mundo según la OMS.⁴ La Universidad de California en Los Ángeles (UCLA) está realizando una investigación para explorar con la ayuda de relojes inteligentes cómo los patrones de sueño, la actividad física y la frecuencia cardíaca se correlacionan con la depresión. Cabe destacar que UCLA diseñó esta investigación para que todos los aspectos de la participación se ejecuten de forma remota.⁵

Existen desafíos para el aprovechamiento de la tecnología de salud asociada a los wearables que probablemente dificulten su adopción generalizada en los sistemas de salud, principalmente los relacionados con la interoperabilidad y los problemas de recopilación de datos. Algunas empresas están abordando los problemas de interoperabilidad vinculando los sistemas de registros médicos electrónicos de los hospitales con aplicaciones de terceros, mientras que otras

³ D. Curone et al., "Smart Garments for Emergency Operators: The ProeTEX Project," in IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, vol. 14, no. 3, pp. 694-701, May 2010, doi: 10.1109/TITB.2010.2045003. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5443746>

⁴WHO. "Depresión", 2020. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/depression>

⁵UCLA. "UCLA launches major mental health study to discover insights about depression", 2020. Disponible en: <https://newsroom.ucla.edu/releases/ucla-launches-major-mental-health-study-to-discover-insights-about-depression>

soluciones están simplificando la recopilación de datos de los dispositivos y generando resultados comprensibles para los usuarios de los servicios de salud.⁶

II. *WEARABLES PARA LA ATENCIÓN MÉDICA*

En esta sección revisamos una variedad de estudios para mostrar el impacto potencial del aprovechamiento de las capacidades de los wearables en los servicios de atención médica. Estos impactos se centran en el manejo de pacientes, la prevención de enfermedades y el manejo de enfermedades.⁷

La sección del apéndice proporciona descripciones de más estudios para mayor referencia.

α. MANEJO DEL PACIENTE

Los monitores de presión arterial portátiles (WBPM por sus siglas en inglés) han demostrado ser una mejor alternativa a los monitores de presión arterial ambulatoria (MAPA por sus siglas en inglés), ya que los pacientes lo encuentran más cómodo, menos intrusivo y oneroso. Además, los WBPM facilitan múltiples lecturas en diferentes condiciones, durante varios días, aumentando la confiabilidad de las mediciones de presión arterial, así como también mejoran la confiabilidad del diagnóstico de hipertensión y facilitan su tratamiento.⁸

Algunas aplicaciones mejoran la capacidad de los relojes inteligentes para controlar la presión arterial al cargar datos en monitores inalámbricos conectados a través de Bluetooth o Wi-Fi. Estos monitores destacan por su precisión para medir la presión arterial, utilizando algoritmos avanzados y una mayor capacidad para eliminar la interferencia del movimiento; también proporcionan información inmediata sobre el dispositivo y el historial de lecturas a través de la aplicación, lo que permite a los pacientes compartir sus datos con los profesionales de la salud.

⁶Dinh-Le C, Chuang R, Chokshi S, Mann D. "Wearable Health Technology and Electronic Health Record Integration: Scoping Review and Future Directions". JMIR Mhealth Uhealth 2019;7(9):e12861. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6746089/>

⁷Op. Cit. Wu, M. & Luo, J.

⁸Kairo, Kauzomi et al. "The first study comparing a wearable watch-type blood pressure monitor with a conventional ambulatory blood pressure monitor on in-office and out-of-office settings". Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jch.13799>

Esto también se aplica a la temperatura corporal, donde las aplicaciones ya están disponibles para que los relojes inteligentes la registren.

Se ha comprobado que el uso de relojes inteligentes acompañado de los incentivos adecuados para su adquisición, promueven la actividad física.⁹ Teniendo esto en cuenta, los wearables representan una alternativa atractiva a las políticas tradicionales que fomentan la actividad física como instalar señalización en el espacio público, separar los estacionamientos de los edificios o desarrollar videojuegos que requieran actividad física.¹⁰

b. PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES Y LESIONES

Ha habido numerosos casos en los que los relojes inteligentes han salvado vidas gracias a los sistemas de detección de caídas. Uno de esos casos ocurrió en Arizona, donde, en abril de 2020, el Centro del Departamento de Policía recibió una llamada al 911 de una voz mejorada por computadora que indicaba que un usuario de reloj inteligente se había caído y no respondía. La voz proporcionó coordenadas casi exactas de la ubicación del hombre donde los oficiales pudieron encontrarlo.

Una solución basada en el uso del reloj inteligente para el cumplimiento de la medicación, llamadas de emergencia y rastreo GPS en vivo para personas mayores permite a los médicos y empresas ofrecer servicios de Monitoreo Remoto de Pacientes (RPM por sus siglas en inglés) a través de sus plataformas. Esto se traduce en una mejor calidad de vida del paciente y una mejor accesibilidad para sus usuarios.¹¹

Los dispositivos médicos portátiles que realizan electrocardiogramas (ECG) han sido aprobados por la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA). Algunos de estos dispositivos, que registran, almacenan, transfieren y muestran los ritmos de ECG de un solo canal son dispositivos que requieren prescripción médica y están destinados a su

¹⁰ Sallis, James F, Adrian Bauman, and Michael Pratt. "Environmental and policy interventions to promote physical activity." *American journal of preventive medicine* 15.4 (1998): 379-397.

¹¹ MedCity News. "WatchRx unveils remote patient monitoring platform and services". Disponible en: <https://medcitynews.com/2020/03/watchrx-unveils-remote-patient-monitoring-platform-and-services/?rf=1>

aprovechamiento por parte de profesionales de la salud, pacientes con afecciones cardíacas e individuos preocupados por su salud.¹²

El desarrollo de estos dispositivos va de la mano de las aplicaciones de ECG (aplicaciones de salud solo de software). Disponible para algunos smartwatches, este tipo de aplicaciones permite a los usuarios disponer de medios más accesibles para registrar ECG, de forma constante, con la posibilidad de ser revisados por profesionales médicos para determinar si los datos están relacionados con alteraciones del ritmo cardíaco.¹³ Esto ha sido muy valioso para los pacientes que se han visto obligados a quedarse en casa y reducir sus visitas a los proveedores de servicios de salud durante el confinamiento debido a la pandemia de COVID-19.

c. MANEJO DE ENFERMEDAD

Para los pacientes con cáncer, existen estudios que evaluaron la aceptabilidad y efectividad de un monitor de actividad física para las sobrevivientes de cáncer de endometrio. Los resultados muestran que los wearables fueron bien aceptados por las pacientes, además de que los wearables ayudaron a los pacientes con cáncer a realizar un seguimiento de su estado, permitiéndoles observar su situación de salud, reduciendo la frecuencia de las visitas a los hospitales y, al mismo tiempo, reduciendo los costos de transporte (por ejemplo, para ver a su médico). Asimismo, los datos obtenidos ayudaron a los médicos a comprobar las similitudes entre los pacientes y facilitaron la observación de estos.

Los wearables de rastreo tienen el potencial de mejorar el control de la hipertensión y la adherencia a la medicación mediante la medición ambulatoria de la presión arterial y las alertas de recordatorio de medicación.

¹² HCPLive. "FDA Approves ECG Device, Verily Study Watch". Disponible en: <https://www.mdmag.com/medical-news/fda-approves-ecg-device-verily-study-watch>

¹³ U.S. Food and Drug Administration. "De Novo Classification Request for ECG App". Disponible en: https://www.accessdata.fda.gov/cdrh_docs/reviews/DEN180044.pdf

De manera similar, se encontró que los pacientes que usaban un wearable que simulaba la funcionalidad de un páncreas artificial mejoró el ajuste de los valores de glucosa del paciente y optimizó la infusión de insulina en general.¹⁴

También es posible aprovechar los datos recopilados de los wearables que rastrean la actividad física para detectar brotes de influenza. Las infecciones que afectan la frecuencia cardíaca y los patrones de rutina sugieren la presencia de influenza u otras infecciones respiratorias estacionales.¹⁵ Estos dispositivos también se utilizan para lesiones cerebrales y de la médula espinal, enfermedad de Parkinson, autismo y depresión, entre otros. Por lo tanto, su relevancia está aumentando a medida que lo hace la tecnología.

III. *WEARABLES DURANTE LA PANDEMIA DEL COVID-19*

También se han explorado los wearables para combatir la pandemia de COVID-19. King's College London lanzó una aplicación móvil que permite la investigación sobre el uso de dispositivos portátiles y teléfonos inteligentes para la detección digital de COVID-19. En esta investigación, los participantes usan dispositivos portátiles como bandas inteligentes para monitorear información sobre su frecuencia cardíaca y actividad física. Los datos se analizarán cuando un participante informe sentirse enfermo o dé positivo por COVID-19 y se compararán con los datos durante períodos saludables, esto permitirá a los investigadores desarrollar una prueba digital para detectar coronavirus.

Los relojes inteligentes y las aplicaciones especializadas que rastrean la frecuencia cardíaca de los usuarios durante el sueño se pueden utilizar para comprender el proceso de infección por

¹⁴ Dudde, Ralf & Vering, Thomas & Piechotta, Gundula & Hintsche, Rainer. "Computer-Aided Continuous Drug Infusion: Setup and Test of a Mobile Closed-Loop System for the Continuous Automated Infusion of Insulin", 2016, IEEE transactions on information technology in biomedicine: a publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. 10. 395-402. 10.1109/TITB.2006.864477. In a similar line of research and experimentation, see also Lee, Hyunjae & Song, Changyeong & Hong, Yong & Kim, Min & Cho, Hye Rim & Kang, Taegyung & Shin, Kwangsoo & Choi, Seung & Hyeon, Taeghwan & Kim, Dae-Hyeong. "Wearable/disposable sweat-based glucose monitoring device with multistage transdermal drug delivery module", 2017. Science Advances. 3. e1601314. 10.1126/sciadv.1601314.

¹⁵ Radin, Jennifer M et al. "Harnessing wearable device data to improve state-level real-time surveillance of influenza-like illness in the USA: a population-based study". The Lancet Digital Health, Volume 2, Issue 2, e85 - e93

COVID-19 ya que este tipo de infección afecta la frecuencia cardíaca debido a la inflamación de las células sanguíneas.¹⁶

Como se mencionó, existen aplicaciones de electrocardiograma para relojes inteligentes que han sido aprobadas por la FDA para visitas remotas de pacientes durante emergencias de salud pública, lo que permite a los médicos usarlo como un dispositivo de monitoreo remoto. Como tal, los relojes inteligentes ahora pueden servir como un sustituto de las pruebas de diagnóstico en la clínica. Los pacientes pueden exportar sus resúmenes en PDF a su historia clínica y la información recopilada se almacena encriptada en el dispositivo del paciente, protegiendo la privacidad del usuario ya que sólo los usuarios pueden compartir sus datos.¹⁷ Además, los usuarios ahora tienen una función de detección de lavado de manos, utilizando los sensores de movimiento, el micrófono y el aprendizaje automático en el dispositivo para detectar automáticamente los movimientos y sonidos del lavado de manos. Si el usuario inicia un temporizador de cuenta regresiva de 20 segundos y termina antes, se le pedirá que continúe lavándose, lo que reduce la probabilidad de infecciones.¹⁸

Los investigadores de la Universidad de Duke están explorando cómo los datos recopilados por los dispositivos portátiles pueden ayudar a determinar si sus usuarios tienen COVID-19. El estudio, llamado CovIdentify, está reclutando participantes a través de un sitio web que les permite registrar y analizar las condiciones físicas de los usuarios, como el horario de sueño, los niveles de oxígeno, los niveles de actividad y la frecuencia cardíaca, entre muchos otros. En un trabajo anterior, demostraron que los datos biométricos recopilados de los dispositivos portátiles pueden indicar si alguien es susceptible a diversos problemas de salud, como diabetes o enfermedad cardiovascular, o si se han contraído infecciones.¹⁹

¹⁶ Parikh P. "Apple Watch Users Can Now Monitor How Bodies React to Coronavirus". Mashable. Disponible en: <https://in.mashable.com/tech/12466/apple-watch-users-can-monitor-how-bodies-react-to-coronavirus-flu>

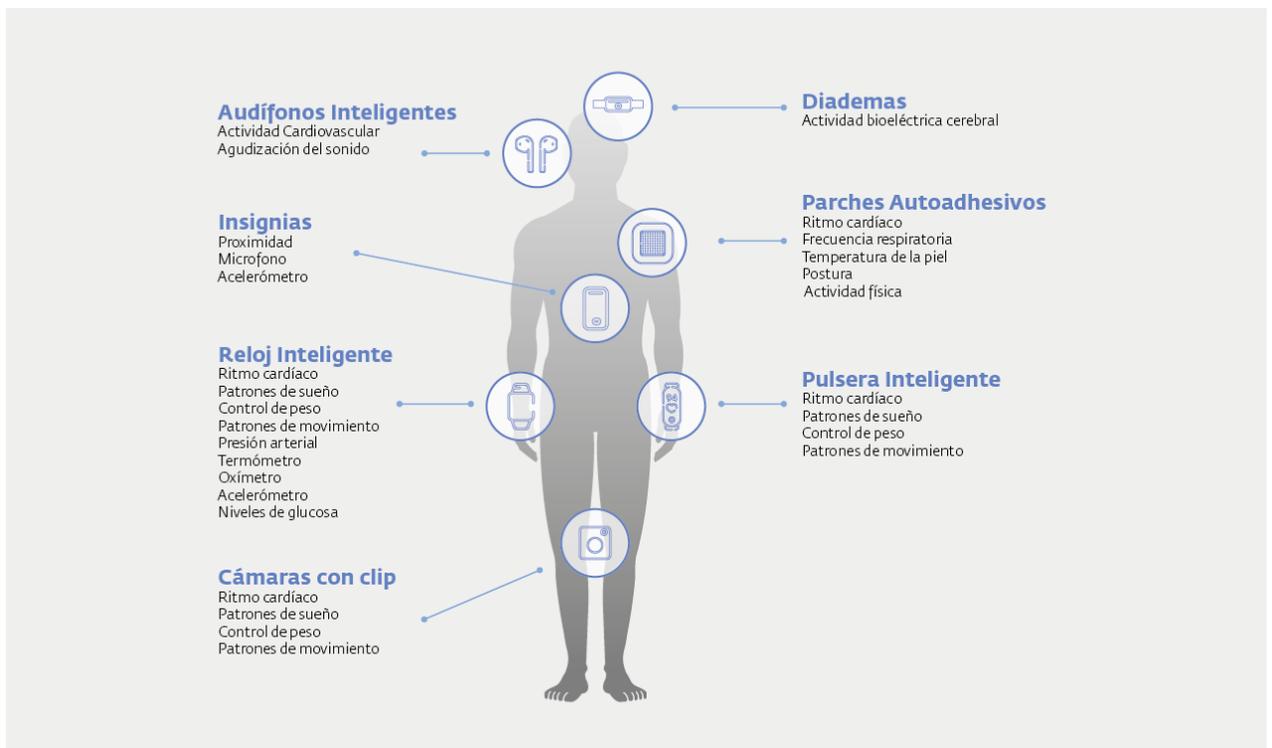
¹⁷ Becker's Hospital Review. "FDA clears Apple Watch ECG for remote patient visits during pandemic: 6 things to know". Disponible en: <https://www.beckershospitalreview.com/cardiology/fda-clears-apple-watch-ecg-for-remote-patient-visits-during-pandemic-5-things-to-know.html>

¹⁸ gto5Mac. "Apple Watch handwashing detection was years in development; may be more to come". Disponible en: <https://gto5mac.com/2020/06/29/apple-watch-handwashing/>

¹⁹ Pratt School of Engineering. "'CovIdentify' Pits Smartphones and Wearable Tech Against the Coronavirus". Duke University. Disponible en: <https://pratt.duke.edu/about/news/covidentify-pits-smartphones-and-wearable-tech-against-coronavirus>

Los wearables ya están ayudando a la prevención y comprensión de enfermedades infecciosas como COVID-19, al tiempo que ayudan al tratamiento de usuarios que ya tienen una enfermedad, ya que rastrean y analizan medidas como el pulso, el oxígeno en sangre, la presión arterial y la frecuencia cardíaca. Los beneficios y usos generales de los wearables en salud se ilustran en la Figura 1.

Fig. 1 Uso de wearables en la salud



Fuente: The CIU, 2020.

3. COSTO DE LAS ENFERMEDADES NO TRANSMISIBLES (ENT) EN MÉXICO

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE SALUD EN MÉXICO

El Estado es responsable de garantizar el acceso universal a la salud de acuerdo con la Constitución mexicana y la Ley General de Salud. Sin embargo, 3.1 millones de habitantes en localidades aisladas (2.5% de la población total) no tenían acceso a estos servicios en 2018.²⁰

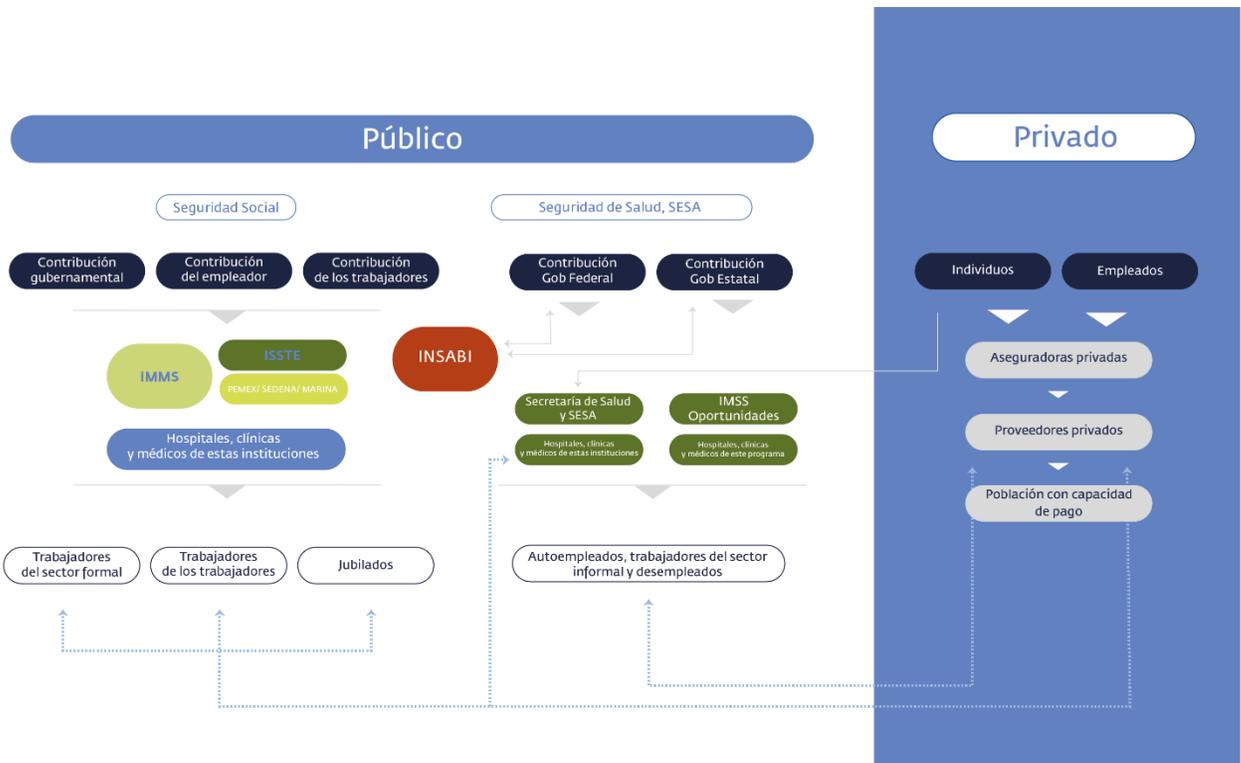
La Constitución Mexicana establece que la salud debe ser coordinada en todos los niveles de gobierno (por la Federación, los estados y los municipios); mientras que la Ley General de Salud establece que no solo las autoridades federales (el presidente, el Consejo General de Salud y la Secretaría de Salud) son autoridades de salud sino también los estados.

El sistema de salud de México está dividido en subsistemas de salud públicos y privados. El sector público incluye instituciones que brindan seguridad social, como el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) para trabajadores del sector privado con base en las contribuciones de las empresas y los trabajadores, -y representa más de 30% de las personas con seguro de salud en el país-²¹; Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estados (ISSSTE); Petróleos Mexicanos (PEMEX); Secretaría de la Defensa (SEDENA) y Secretaría de Marina (SEMAR); así como programas que atienden a personas sin seguridad social (INSABI, servicios locales de salud, IMSS-Oportunidades). Por otro lado, el sector privado incluye hospitales privados, clínicas médicas y compañías de seguros. La Figura 2 (Gómez-Dántes et al., 2011) muestra la estructura del sistema de salud mexicano.

²⁰ CONEVAL. "Principales Retos en el Ejercicio del Derecho a la Salud". Disponible en: https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/IEPSM/Documents/Derechos_Sociales/Dosieres_Derechos_Sociales/Retos_Derecho_Salud.pdf

²¹ Instituto Mexicano para Competitividad (IMCO). "Sistema Universal de Salud Retos de Cobertura y Financiamiento Vía CIAP". Disponible en: <https://imco.org.mx/sistema-universal-salud-retos-cobertura-financiamiento-via-ciap/>

Fig. 2 Estructura del Sistema de salud mexicano



Fuente: Actualización de Gómez- Dantés et al. "Sistema de salud de México", 2011.

En cuanto a los desafíos de salud -antes de la pandemia COVID-19- que enfrentaba el sistema, y como se indica en la introducción, México se encuentra en una fase de transición epidemiológica donde las ENT²² fueron más prevalentes y causaron más muertes en 2018 que las enfermedades transmisibles como infecciones respiratorias agudas o enfermedades diarreicas. En 1976, las enfermedades transmisibles provocaron más muertes que las ENT, esta transición representa un desafío de reasignación de recursos para hacer frente a los crecientes costos de prevención y tratamiento relacionados con la diabetes, las enfermedades isquémicas del corazón y otras ENT.

El acceso universal a los servicios de salud en México es un mandato no cumplido. La fragmentación del sistema genera una falta de coordinación entre los diferentes esquemas de

²²Ibid

aseguramiento²³ y los altos costos relacionados con las ENT son grandes desafíos que generan más ineficiencias y desigualdades en la provisión de servicios que requieren estrategias innovadoras para mejorar la cobertura total.

II. COSTO DE TRATAMIENTO DE LAS ENT

Como se mencionó, un desafío importante para el IMSS y el sistema de salud mexicano en su conjunto son las ENT (por ejemplo, diabetes mellitus, cardiopatía isquémica, enfermedades cerebrovasculares). Además del creciente número de víctimas, su tratamiento tiene un impacto económico importante en el sistema sanitario público. De acuerdo con el Informe de Estado Financiero y de Riesgo 2018-2019 del IMSS, seis ENT con mayor impacto financiero entre sus beneficiarios son: i) hipertensión arterial; ii) diabetes mellitus; iii) cáncer de cervicouterino; iv) cáncer de mama; v) cáncer de próstata e vi) insuficiencia renal crónica.²⁴

Gastos médicos incurridos en 2018: seis enfermedades de alto impacto económico

Enfermedad	Número de pacientes tratados	Gasto (millones de pesos mexicanos de 2019)		
		Ambulatorio	Hospital	Total
Hipertensión Arterial	4,760,161	\$ 18,397	\$ 4,171	\$ 22,568
Diabetes mellitus	3,016,588	\$ 34,369	\$ 2,744	\$ 37,113
Insuficiencia Renal Crónica	71,086	\$ 10,387	\$ 1,376	\$ 11,763
Cáncer de mama	56,254	\$ 2,067	\$ 795	\$ 2,862
Cáncer cervical	19,313	\$ 353	\$ 242	\$ 595
Cáncer de próstata	23,944	\$ 666	\$ 220	\$ 886
Total	7,947,346	\$ 66,239	\$ 9,548	\$ 75,787

Fuente: 2018-2019 Informe de situación financiera y de riesgo del IMSS

7.9 millones de beneficiarios de los servicios de salud del IMSS reciben tratamiento por dichas ENT, lo que representa 14% de las personas en sus Unidades de Medicina Familiar y 6.3% de la población total estimada en 2018.

²³ IMSS. "2018-2019 Report to the Federal Executive and to the Congress of the Union on the Financial and Risks Status of the Mexican Institute of Social Security", 2019. Mexico.

²⁴ *ibid.*

No solo se ve amenazada la situación financiera de las instituciones públicas de salud en México, sino que la insuficiente cobertura del sistema de salud pone en peligro la estabilidad financiera de los hogares. Según el Informe Anual de Salud de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), en 2019, México fue el segundo país miembro con mayor proporción de costos de salud pagados directamente por los hogares, se estimó que 5,5% de los hogares experimentan un gasto en salud catastrófica, siendo los hogares pobres los más afectados.²⁵ Además:

Estudios en la Región han encontrado que el 78% de lo que se paga por medicamentos no está planificado en el presupuesto familiar y está fuera del alcance de los grupos de población vulnerables, todo lo cual [...] agrava la pobreza y aumenta las desigualdades en salud.²⁶

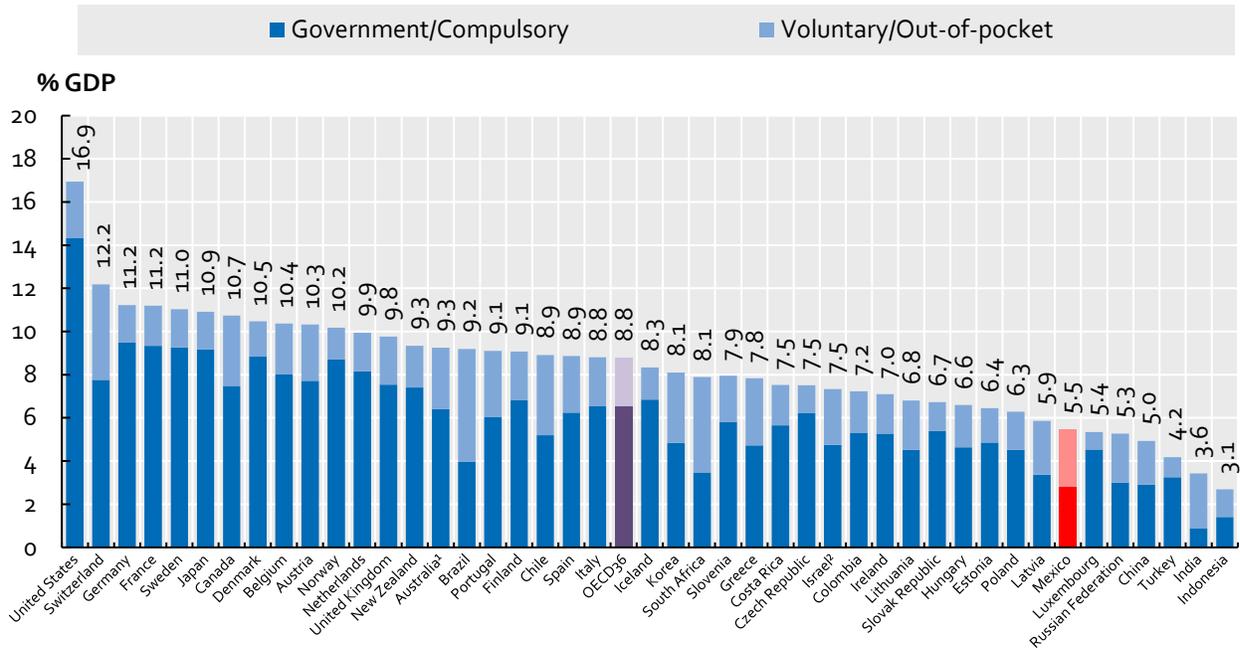
La cobertura de un conjunto básico de servicios de salud en México es de 89,3%, la más baja entre los países de la OCDE, lo que ilustra la mala distribución de los recursos y los derechos de salud entre las personas²⁷. Además, en comparación con los demás países miembros de la OCDE, México es uno de los países que menos gasta en salud como porcentaje de su PIB. En la Figura 3 (OCDE, 2019) el gasto de México (en rojo) es menor que el promedio (en morado) e incluso menor que en países de la misma región como Costa Rica o Colombia.

²⁵ OECD. "Health at a Glance 2019". Mexico, 2019. Disponible en: <http://www.oecd.org/mexico/health-at-a-glance-mexico-ES.pdf>

²⁶ WHO. "Report. High-Level Regional consultation of the Americas Against NCDs and Obesity". P.19.

²⁷ OECD. "Health at a Glance 2019". Mexico, 2019. Disponible en: <http://www.oecd.org/mexico/health-at-a-glance-mexico-ES.pdf>

Fig. 3 Gasto en salud como porcentaje del PIB, 2018 (o año más cercano)



Nota: Los gastos excluyen inversiones, a menos que se indique lo contrario.

1. Las estimaciones de gastos de Australia excluyen todo el gasto en instalaciones residenciales para el cuidado de personas mayores en servicios de bienestar (sociales).
2. Incluye inversiones

Fuente: Estadísticas de salud de la OCDE 2019, Base de datos de gasto mundial en salud de la OMS

III. MORTALIDAD Y PÉRDIDA DE AÑOS SALUDABLES

Tener una proporción de personas que padecen ENT puede generar otros costos públicos, no solo por el costo del tratamiento público, sino por la mortalidad y la pérdida de años saludables. Según el Observatorio Mexicano de ENT, en 2016 y 2017, las muertes relacionadas con ENT encabezaron las listas. Las enfermedades cardiovasculares, la diabetes y los tumores malignos fueron las tres principales causas de muerte. En 2017, las muertes relacionadas con las ENT ascendieron a 141,619, mientras que, en el año anterior, las muertes causadas por esas enfermedades fueron 136,342.²⁸

Las muertes relacionadas con las ENT tienden a estar asociadas a personas mayores; sin embargo, también tienen un impacto negativo importante en los años más productivos de la

²⁸ OMENT. "Mortalidad por enfermedades no transmisibles en México", 2019. Disponible en: <http://oment.salud.gob.mx/umentan-en-mexico-muertes-relacionadas-con-enfermedades-no-transmisibles/>

población. Las ENT como la diabetes, las cardiopatías isquémicas y los tumores malignos siguen siendo las principales causas de muerte entre las personas de entre 45 y 65 años. En cuanto a las mujeres del grupo de 35 a 44 años, los tumores malignos, la diabetes y las enfermedades cardíacas son las tres principales causas de muerte, mientras que las enfermedades cardíacas, la diabetes y los tumores malignos son la cuarta, quinta y sexta causas de muerte entre los hombres de este grupo de edad. En cuanto a las personas entre 25 y 34 años, los tumores malignos, las enfermedades del corazón y la diabetes se clasificaron como la 3ª, 4ª y 8ª causas de muerte.²⁹

Por otro lado, y de acuerdo con los datos disponibles de 2015 sobre los beneficiarios del IMSS, las ENT generaron una pérdida de 170 años saludables por cada mil usuarios del IMSS, esto es una pérdida considerable de años saludables si consideramos que, para todas las enfermedades tratadas por el IMSS, la pérdida de años sanos equivale a 208 años³⁰. Por el contrario, la OMS reveló que, en 2016 en la región de las Américas, que está formada por 33 países (entre ellos México, Brasil, Colombia, Canadá y Estados Unidos), los años de vida perdidos por ENT fueron cercanos a 126 por cada mil habitantes.³¹

En 2015, el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) estimó que el costo social de la diabetes mellitus tipo 2, enfermedad altamente correlacionada con la obesidad, ascendió a más de 85 mil millones de pesos³². Solo para dar una referencia, este monto es casi tres veces el costo de inversión de la ampliación del Puerto de Veracruz.³³

Es preocupante que las personas que “desarrollan enfermedades relacionadas con el sobrepeso y la obesidad, una vez que estas enfermedades se manifiestan, pueden estar enfermas durante aproximadamente 15 años [...] El costo estimado en México es de \$ 3.5 mil millones de

²⁹ WHO. “Enfermedades no Transmisibles”, 2018. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>

³⁰ Op. Cit. IMSS, p.123.

³¹ Global Health Estimates 2016: Disease burden by Cause, Age, Sex, by Country and by Region, 2000-2016. Geneva, World Health Organization; 2018.

³² IMCO. “Kilos de más, pesos de menos: los costos de la obesidad en México”, 2015. Disponible en: <https://imco.org.mx/kilos-de-mas-pesos-de-menos-obesidad-en-mexico/>

³³ Milenio. “Inauguran el Nuevo Puerto de Veracruz”, 2019. Disponible en: <https://www.milenio.com/negocios/inauguran-el-nuevo-puerto-de-veracruz>

dólares por año".³⁴ Esta información sugiere que la temporalidad de las ENT juega un factor importante a considerar en los costos del sistema público mexicano y de los hogares.

Por tanto, una visión completa del impacto de las ENT en la economía establece la importancia de considerar dos factores adicionales:

1. Mortalidad y pérdida de años saludables que limitan la disponibilidad de capital humano y aumentan el ausentismo laboral vinculado al tratamiento, y
2. La duración que multiplica el costo de la enfermedad.

Esta enorme carga de las ENT para el sistema sanitario público y el hogar representa una seria exigencia por estrategias destinadas a prevenir y atender dichas enfermedades con métodos innovadores.

Como se explica en la primera parte de este documento, los wearables pueden desempeñar un papel activo para convertirse en la herramienta basada en tecnología que puede aliviar los costos del sistema de salud.

IV. *IMPACTO EN MÉXICO DEL COVID-19*

El metaanálisis realizado por Yang J, Zheng Y, Gou X, et al. Muestra investigaciones clínicas que sugieren que las comorbilidades en pacientes con COVID-19 pueden representar un "factor de riesgo para resultados adversos" en el tratamiento de estas enfermedades. El documento muestra los resultados de un estudio sobre un grupo de 41 casos confirmados, donde 32% tenía comorbilidades, mientras que, en otro estudio practicado a un grupo de 138 casos, 46,4% presentaba comorbilidades.³⁵

³⁴ World Health Organization, et al. "High-Level Regional Consultation of the Americas against NCD's and Obesity". Disponible en: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2011/Reporte-Mexico.pdf>

³⁵ Yang J, Zheng Y, Gou X, et al. Prevalence of comorbidities in the novel Wuhan coronavirus (COVID-19) infection: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Infectious Diseases* 2020; 94: 91-95

Las estadísticas de la autoridad sanitaria mexicana muestran que la mayoría de estas comorbilidades son ENT. A finales de junio de 2020, 20.1% de los casos confirmados padecía hipertensión, el 19.6% obesidad y el 16.4% diabetes.³⁶

Esta información sugiere que el impacto de COVID-19 en México habría sido menor (en términos del número de casos y el número de muertes) si la prevalencia de NDC hubiera sido menor.

Otro impacto de la pandemia, declarado por la Organización Mundial de la Salud, es que los pacientes con ENT de todo el mundo no reciben la medicina, el tratamiento o el personal sanitario especializado adecuados, ya que se han reasignado muchos recursos hacia el tratamiento de la COVID-19³⁷. Esta situación requiere de respuestas innovadoras y la telemedicina puede representar una opción para dar seguimiento a los pacientes que padecen diabetes, hipertensión u otras enfermedades de este tipo.

Los wearables pueden representar una herramienta innovadora, ya que existen soluciones capaces de proporcionar recordatorios de actividad física para personas confinadas, recopilar datos útiles para el monitoreo de ENT y la evaluación de complicaciones.

La pandemia pone la prevalencia de las ENT en el centro de atención al mostrar cómo la COVID-19 afecta a los pacientes en presencia de tales comorbilidades. También representa una oportunidad para luchar contra las ENT de manera eficiente, ya que la pandemia requiere una asignación eficaz de recursos sanitarios.

³⁶ Information updated on June 29, 2020 and Disponible en: <https://coronavirus.gob.mx/datos/>

³⁷ WHO. "COVID-19 disrupting services to treat non-communicable diseases, WHO survey finds", 2020. Disponible en: <https://news.un.org/en/story/2020/06/1065172>

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

Este documento recomienda la implementación de una estrategia basada en wearables en el sistema de salud. Las características y aplicaciones desarrolladas para wearables en el sector salud los convierten en una herramienta complementaria ideal para el control y prevención de las Enfermedades No Transmisibles (ENT), que son las enfermedades con mayor incidencia y costos para el sistema de salud mexicano.

Los wearables promueven la actividad física y un monitoreo eficiente de las ENT y la lucha contra la pandemia COVID-19, facilitando la misión de las instituciones de salud, además de permitir la asignación de recursos (humanos y materiales) en tareas más especializadas.

Por otro lado, la regulación mexicana sobre la interoperabilidad del registro electrónico y el intercambio de información de salud es un paso importante hacia una estrategia basada en wearables. Sin embargo, la fragmentación del sistema nacional de salud, la falta de cumplimiento normativo y especificaciones técnicas representan un gran desafío para su implementación efectiva.

La conectividad juega un papel fundamental para que la información recopilada de los wearables pueda llegar al personal sanitario y a los pacientes.

En este sentido, para implementar una estrategia basada en wearables para el Sistema de Salud Mexicano, se hacen las siguientes recomendaciones:

1) Incluir una estrategia gradual basada en wearables en el Plan Nacional de Salud que comprenda a los actores públicos y privados relevantes, así como a grupos de la población que pudieran ser beneficiarios, considerando la gestión de riesgos y los análisis de costo-beneficio.

2) Enfocar el uso de wearables para prevenir y controlar las enfermedades no transmisibles, las de mayor costo para el sistema de salud.

3) Promover el cumplimiento efectivo de la normativa de interoperabilidad tanto en el sistema público como en el privado.

4) Considerar experiencias previas locales y privadas para mejorar las regulaciones de interoperabilidad existentes.

5) Revisar y actualizar las regulaciones destinadas a garantizar la calidad de los datos de salud y los dispositivos sujetos a aprobación como los wearables (promover la creación de entornos de prueba regulatorios para wearables).

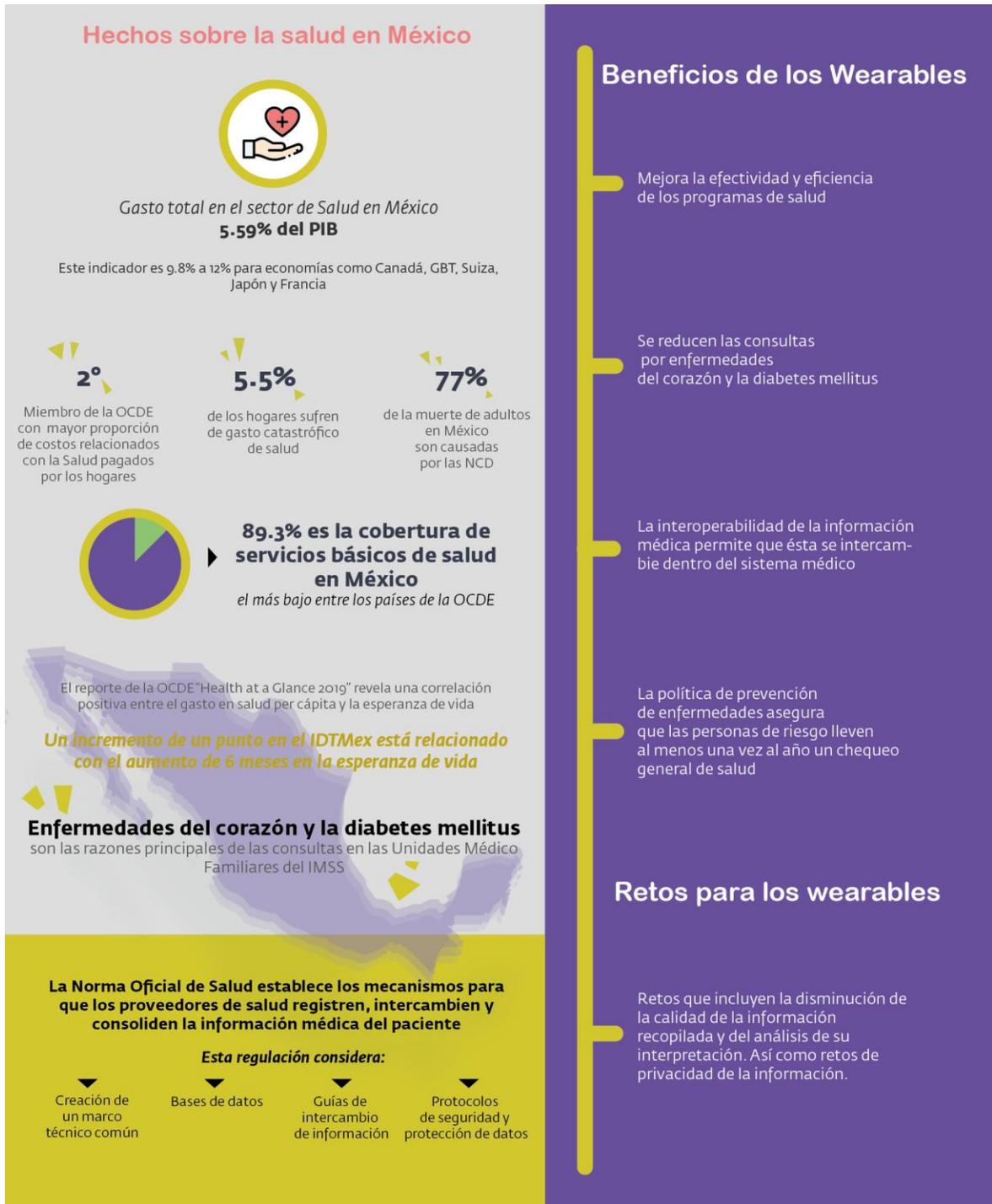
6) Implementar una estrategia de cobro revertido centrada en el suministro gratuito de datos a hogares de menores ingresos. Los usuarios de prepago resultan ser una buena guía para este propósito.

7) Promover incentivos fiscales para reducir las barreras para la adquisición de dispositivos portátiles y promover el desarrollo de software (aplicaciones) asociado.

8) Implementar un sistema basado en teléfonos inteligentes para que los usuarios y el personal de salud visualicen y analicen los datos considerando el patrón generalizado de adopción de estos dispositivos.

El sistema de salud mexicano enfrenta importantes desafíos para garantizar la cobertura universal. La implementación de una solución basada en wearables puede representar una oportunidad para aliviar la presión financiera y aumentar el alcance del sistema según lo ordena la Constitución.

Fig 5. Salud de México



Fuente: The CIU, 2020.

5. APÉNDICE: WEARABLES EN EL SISTEMA DE SALUD, REVISIÓN DE LA LITERATURA

Centrándose en el manejo de pacientes, Chen et al. mostró que los dispositivos portátiles se pueden usar para monitorear el riesgo de insolación, alertar a los usuarios y, por lo tanto, prevenir daños.³⁸ Nguyen, N. H. et al. descubrieron que los programas basados en wearables tienen el potencial de proporcionar una rehabilitación domiciliaria intensiva y eficaz, lo que representa una oportunidad para reducir los costos de hospitalización.³⁹ Al hacer esto, los pacientes estarán más seguros si usan estos dispositivos como método para rastrear su salud.

La actividad física reduce los riesgos de diversas enfermedades no transmisibles importantes, al tiempo que mejora el bienestar y la salud mental al mismo tiempo. Al respecto, Hafner M. et al. demuestran que el uso de relojes inteligentes, y los incentivos adecuados para su adquisición, promueven la actividad física, reduciendo la inactividad y los estilos de vida sedentarios.⁴⁰ Además, la innovación tecnológica sigue agregando más herramientas a estos dispositivos, por ejemplo, relojes inteligentes a los que se les agregó capacidades de medición de oxígeno en sangre con un sensor de salud integrado, capaz de medirlo en solo 15 segundos, mientras almacena periódicamente información del usuario en la aplicación de salud.⁴¹

Frank, Jacobs y McLoone utilizaron sistemas basados en dispositivos portátiles con capacidades de vibración para recordar a los estudiantes que deben tomar descansos después de largas sesiones de estar sentados, para cambiar (e investigar) la postura de los estudiantes.⁴²

³⁸Chen, Sheng-Tao & Lin, Shin-Sung & Lan, Chein-Wu & Hsu, Hao-Yen. "Design and Development of a Wearable Device for Heat Stroke Detection", 2017. *Sensors* (Basel, Switzerland). 18. 10.3390/s18010017. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/322024732_Design_and_Development_of_a_Wearable_Device_for_Heat_Stroke_Detection

³⁹Nguyen NH, Hadgraft NT, Moore MM, et al. "A qualitative evaluation of breast cancer survivors' acceptance of and preferences for consumer wearable technology activity trackers". *Support Care Cancer*. 2017;25(11):3375-3384. doi:10.1007/s00520-017-3756-y. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28540402>

⁴⁰Hafner M., Pollard J., and van Stolk Christian. "Incentives and physical activity" Rand Corporation 2018. Disponible en: https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR2870.html

⁴¹CNET. "Apple Watch Series 6 now measures blood oxygen, but it's not a medical device". Disponible en: <https://www.cnet.com/news/apple-watch-series-6-now-measures-blood-oxygen-but-its-not-a-medical-device/>

⁴²Frank HA, Jacobs K, McLoone H. "The effect of a wearable device prompting high school students aged 17-18 years to break up periods of prolonged sitting in class". *Work*. 2017;56(3):475-482. doi:10.3233/WOR-172513. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28282846>

De manera similar, y con un esfuerzo por reducir la frecuencia de las visitas de los pacientes a los centros médicos, Choo, Dettman y Dowell propusieron un sistema de rehabilitación que combina dispositivos portátiles y cámaras con detección de movimiento para brindar apoyo y evaluación a pacientes con dificultades respiratorias crónicas.⁴³

En cuanto a la prevención de enfermedades, González, S. et al. usó un brazalete de acelerómetro triaxial inalámbrico para detectar patrones de caminata en personas mayores, para prevenir eventos disruptivos como caídas y la aparición de convulsiones.⁴⁴ Hsieh et al. desarrolló un sistema de detección de caídas utilizando un acelerómetro en la cintura con aproximadamente 99% de precisión para identificar caídas.⁴⁵

Para el monitoreo del estado mental, Setz, C. et al. mostró que incluso los sensores de actividad electrodérmica simples tienen la capacidad de identificar los niveles de estrés.⁴⁶

Para las pacientes con cáncer de mama, el Cancer Council Victoria realizó un estudio con mujeres diagnosticadas con cáncer de mama que terminaron el tratamiento. Al usar monitores de actividad portátiles (a través de acelerómetros) para medir su actividad física, encontraron que las mujeres en el grupo de intervención aumentaron su actividad física en 70 minutos por semana y redujeron su tiempo sentadas en 40 minutos al día, en comparación con las mujeres sin ninguna

⁴³ Choo, D., Dettman, S., Dowell, R., & Cowan, R. "Talking to toddlers: Drawing on mothers' perceptions of using wearable and mobile technology in the home". In A. Ryan, L. K. Schaper, & S. Whetton (Eds.), *Integrating and connecting care: selected papers from the 25th Australian National Health Informatics Conference (HIC 2017)* (Vol. 239, pp. 21-27). (Studies in Health Technology and Informatics; Vol. 239). Amsterdam, Netherlands: IOS Press. Disponible en: <https://researchers.mq.edu.au/en/publications/talking-to-toddlers-drawing-on-mothers-perceptions-of-using-weara>

⁴⁴ Gonzalez S. et al., "Features and models for human activity recognition". *Neurocomputing* 2015. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925231215005470>

⁴⁵ Hsieh CY, Liu KC, Huang CN, Chu WC, Chan CT. "Novel Hierarchical Fall Detection Algorithm Using a Multiphase Fall Model". *Sensors* (Basel). 2017;17(2):307. Published 2017 Feb 8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28208694>

⁴⁶ C. Setz, B. Arnrich, J. Schumm, R. La Marca, G. Tröster and U. Ehlert, "Discriminating Stress from Cognitive Load Using a Wearable EDA Device," in *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, vol. 14, no. 2, pp. 410-417, March 2010, doi: 10.1109/TITB.2009.2036164. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5325784>

intervención durante el período de evaluación. El aumento de la actividad física resultó beneficioso para las mujeres que habían padecido cáncer de mama.⁴⁷

Se han realizado experimentos similares para controlar la actividad cardiovascular en pacientes. Los wearables para los oídos se pueden utilizar como un sistema de monitoreo alternativo, sin importar el lugar o la situación por la que esté pasando un paciente específico. Da He, D. y col. desarrolló un balistocardiograma portátil en la oreja con este objetivo.⁴⁸

En un camino similar, Goldberg, E. M. y Levy, P. D.⁴⁹ demostraron que los rastreadores portátiles tienen el potencial de mejorar el control de la hipertensión y la adherencia a la medicación mediante la medición ambulatoria de la presión arterial y las alertas de recordatorio de medicación.

En términos de detección de enfermedades, investigadores de la Universidad de Michigan desarrollaron un dispositivo portátil que detecta el cáncer en la sangre. Este dispositivo, que se encuentra en fase de prueba, "escanea" las células cancerosas. Esta innovación podría reemplazar las biopsias tradicionales⁵⁰ para la detección del cáncer que son invasivas para el cuerpo y generalmente incómodas para los pacientes.

Los wearables también se utilizan como una herramienta para ayudar a abordar la epidemia de COVID-19. El laboratorio de Stanford Healthcare Innovation lanzó un estudio que explora cómo los datos recopilados de los dispositivos portátiles se pueden utilizar para predecir enfermedades infecciosas antes de que comiencen los síntomas. Los

⁴⁷ Lynch, Brigid. "Wearable technology and breast cancer survivors". World Cancer Research Fund International. Disponible en: <https://www.wcrf.org/int/research-we-fund/what-we-re-funding/using-wearable-technology-activity-monitors-increase>

⁴⁸ D. D. He, E. S. Winokur and C. G. Sodini, "An ear-worn continuous ballistocardiogram (BCG) sensor for cardiovascular monitoring," 2012 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, San Diego, CA, 2012, pp. 5030-5033, doi: 10.1109/EMBC.2012.6347123. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4384813/>

⁴⁹ Goldberg, Elizabeth & Levy, Phillip. (2016). New Approaches to Evaluating and Monitoring Blood Pressure. Current Hypertension Reports. 18. 10.1007/s11906-016-0650-9. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/301734559_New_Approaches_to_Evaluating_and_Monitoring_Blood_Pressure

⁵⁰ Medical News Today. "A new wearable device may detect cancer with more precision". Disponible en: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/324855>

investigadores de Stanford Medicine están buscando una serie de algoritmos que indiquen el comportamiento del sistema inmunológico y cómo está actuando. Si los algoritmos tienen éxito, el equipo espera poder contribuir a frenar la propagación de infecciones virales, como la COVID-19.⁵¹

⁵¹ *Id.*

6. REFERENCIAS

- Anand M, Akshay et al., Global Regulatory Approach Towards M-Health, International Journal of Drug Regulatory Affairs, 2016, 4(1), 6-12. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/307476545_Global_Regulatory_Approach_Towards_mHealth
- C. Setz, B. Arnrich, J. Schumm, R. La Marca, G. Tröster and U. Ehlert, "Discriminating Stress from Cognitive Load Using a Wearable EDA Device," in IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, vol. 14, no. 2, pp. 410-417, March 2010, doi: 10.1109/TITB.2009.2036164. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5325784>
- Chen, Sheng-Tao & Lin, Shin-Sung & Lan, Chein-Wu & Hsu, Hao-Yen. "Design and Development of a Wearable Device for Heat Stroke Detection", 2017. Sensors (Basel, Switzerland). 18. 10.3390/s18010017.
- Choo, D., Dettman, S., Dowell, R., & Cowan, R. "Talking to toddlers: Drawing on mothers' perceptions of using wearable and mobile technology in the home". In A. Ryan, L. K. Schaper, & S. Whetton (Eds.), Integrating and connecting care: selected papers from the 25th Australian National Health Informatics Conference (HIC 2017) (Vol. 239, pp. 21-27). (Studies in Health Technology and Informatics; Vol. 239). Amsterdam, Netherlands: IOS Press
- COFEPRIS. "Tecnovigilancia". Gobierno de México, December 31, 2017. Disponible en: <https://www.gob.mx/cofepris/acciones-y-programas/antecedentes-tecnovigilancia>
- CONEVAL. "Principales Retos en el Ejercicio del Derecho a la Salud". Disponible en: https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/IEPSM/Documents/Derechos_Sociales/Dosieres_Derechos_Sociales/Retos_Derecho_Salud.pdf
- D. Curone et al., "Smart Garments for Emergency Operators: The ProeTEX Project," in IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, vol. 14, no. 3, pp. 694-701, May 2010, doi: 10.1109/TITB.2010.2045003.
- D. D. He, E. S. Winokur and C. G. Sodini, "An ear-worn continuous ballistocardiogram (BCG) sensor for cardiovascular monitoring," 2012 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, San Diego, CA, 2012, pp. 5030-5033, doi: 10.1109/EMBC.2012.6347123
- DGIS. "Intercambio de Información", 2105, Disponible en: <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/menu-intercambio-de-informacion-dgis?state=published>
- Dinh-Le C, Chuang R, Chokshi S, Mann D. "Wearable Health Technology and Electronic Health Record Integration: Scoping Review and Future Directions". JMIR Mhealth Uhealth

- 2019;7(9): e12861. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6746089/>
- Dudde, Ralf & Vering, Thomas & Piechotta, Gundula & Hintsche, Rainer. "Computer-Aided Continuous Drug Infusion: Setup and Test of a Mobile Closed-Loop System for the Continuous Automated Infusion of Insulin", 2016, IEEE transactions on information technology in biomedicine: a publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. 10. 395-402. 10.1109/TITB.2006.864477.
- El Financiero, "Discrepancia en cifras nacionales y estatales de COVID-19, por desfase en la notificación: López-Gatell". Disponible en:
<https://www.elfinanciero.com.mx/nacional/discrepancia-en-cifras-de-covid-19-se-deben-a-desfase-en-la-notificacion-lopez-gatell>
- Estrada-Galiñanes, Vero and Wac, Katarzyna. 'Collecting, Exploring and Sharing Personal Data: Why, How and Where'. 1 Jan. 2019: 1 – 28. Disponible en:
<https://content.iospress.com/articles/data-science/ds190025>
- FDA, Device Software Functions Including Mobile Medical Applications, FDA, 2020. Disponible en:
<https://www.fda.gov/medical-devices/digital-health-center-excellence/device-software-functions-including-mobile-medical-applications#b>
- Gómez-Dántes et al., "Structure of the Mexican health system", 2011. Disponible en:
<http://www.scielo.org.mx/pdf/spm/v53s2/17.pdf>
- Gonzalez S. et al., "Features and models for human activity recognition". Neurocomputing 2015. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925231215005470>
- Goldberg, Elizabeth & Levy, Phillip. (2016). New Approaches to Evaluating and Monitoring Blood Pressure. Current Hypertension Reports. 18. 10.1007/s11906-016-0650-9.
- Gutierrez-Martinez J, Nuñez-Gaona MA, Aguirre-Meneses H, Delgado-Esquerre RE. "Design and implementation of a medical image viewing system based on software engineering at Instituto Nacional de Rehabilitación". Pan American Health Care Exchanges, PAHCE 2009 IEEE. 2009:15-9
- Hafner M., Pollard J., and van Stolk Christian. "Incentives and physical activity" Rand Corporation 2018. Disponible en: https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR2870.html
- Hernandez-Ávila JE, Palacio-Mejía LS, Lara-Esqueda A, Silvestre E, Agudelo-Botero M, Diana ML, et al. "Assessing the process of designing and implementing electronic health records in a statewide public health system: the case of Colima, Mexico". J Am Med Inform Assoc. 2013 Mar-Apr; 20(2): 238-44.

- Hicks, J.L., Althoff, T., Susic, R. et al. Best practices for analyzing large-scale health data from wearables and smartphone apps. *npj Digit. Med.* 2, 45 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41746-019-0121-1>
- Hsieh CY, Liu KC, Huang CN, Chu WC, Chan CT. Novel Hierarchical Fall Detection Algorithm Using a Multiphase Fall Model. *Sensors (Basel)*. 2017;17(2):307. Published 2017 Feb 8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28208694>
- IEEE Computer Society. Standards Coordinating Committee. "IEEE standard computer dictionary: a compilation of IEEE standard computer glossaries", 610. New York, NY, USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers; 1990
- Instituto Mexicano para Competitividad (IMCO). "Sistema Universal de Salud Retos de Cobertura y Financiamiento Vía CIAP". Disponible en: <https://imco.org.mx/sistema-universal-salud-retos-cobertura-financiamiento-via-ciep/>
- IMCO. "Kilos de más, pesos de menos: los costos de la obesidad en México". Disponible en: <https://imco.org.mx/kilos-de-mas-pesos-de-menos-obesidad-en-mexico/>
- IMSS. "2018-2019 Report to the Federal Executive and to the Congress of the Union on the Financial and Risks Status of the Mexican Institute of Social Security", 2019. Mexico.
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística, "Encuesta Nacional sobre Disponibilidad de Tecnologías de la Información en Hogares (ENDUTIH) 2019". Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2019/>
- Kairo Kauzomi et al. "The first study comparing a wearable watch-type blood pressure monitor with a conventional ambulatory blood pressure monitor on in-office and out-of-office settings". Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jch.13799>
- Klapper, Leora et al., Entry regulation as a barrier to entrepreneurship, *Journal of Financial Economics*, 2006, 82(3), 591-629. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304405X06000936>
- Lake Research Partners and American Viewpoint (2006). Survey Finds Americans Want Electronic Personal Health Information to Improve Own Health Care. Source: <https://bit.ly/2AoOoTt>
- Lee, Hyunjae & Song, Changyeong & Hong, Yong & Kim, Min & Cho, Hye Rim & Kang, Taegyul & Shin, Kwangsoo & Choi, Seung & Hyeon, Taeghwan & Kim, Dae-Hyeong. "Wearable/disposable sweat-based glucose monitoring device with multistage transdermal drug delivery module", 2017. *Science Advances*. 3. e1601314. [10.1126/sciadv.1601314](https://doi.org/10.1126/sciadv.1601314).

- Lynch, Brigid. "Wearable technology and breast cancer survivors". World Cancer Research Fund International. Disponible en: <https://www.wcrf.org/int/research-we-fund/what-we-re-funding/using-wearable-technology-activity-monitors-increase>
- Medical News Today. "A new wearable device may detect cancer with more precision". Disponible en: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/324855>
- Micevska, M. "Telecommunications, Public Health, and Demand for Health-Related Information and Infrastructure". ITI journal 2005. Disponible en: <https://itidjournal.org/index.php/itid/article/view/205>
- Miliard, Mike. "Scripps, Stanford working with Fitbit to assess wearables' COVID-19 tracking abilities". April 17, 2020. Healthcare IT News. Disponible en: <https://www.healthcareitnews.com/news/scripps-stanford-working-fibit-assess-wearables-covid-19-tracking-abilities>
- Nguyen NH, Hadgraft NT, Moore MM, et al. "A qualitative evaluation of breast cancer survivors' acceptance of and preferences for consumer wearable technology activity trackers". Support Care Cancer. 2017;25(11):3375-3384. doi:10.1007/s00520-017-3756-y
- NORMA Oficial Mexicana NOM-241-SSA1-2012. Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5272051
- NORMA Oficial Mexicana NOM-240-SSA1-2012, Instalación y operación de la tecnovigilancia. Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5275834&fecha=30/10/2012
- OECD. "Health at a Glance 2019". Mexico, 2019. Disponible en: <http://www.oecd.org/mexico/health-at-a-glance-mexico-ES.pdf>
- OECD. "Health at a Glance 2019, Chartset", 2019. Disponible en: https://www.slideshare.net/OECD_ELS/health-at-a-glance-2019-chartset
- OECD. "Health at a glance 2019, Health Statistics" 2019. Available at: https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/health-at-a-glance-2019_592ed0e4-en;jsessionid=67bfhqGJgYJ8NKl0al15fIQM.ip-10-240-5-113
- OMENT. "Mortalidad por enfermedades no transmisibles en México", 2019. Disponible en: <http://oment.salud.gob.mx/aumentan-en-mexico-muertes-relacionadas-con-enfermedades-no-transmisibles/>
- Palma A, Aguilar J, Perez L, Alvarez A, Muñoz J, Omaña O, et al. "Web Based Picture Archiving and Communication System for Medical Images". Ninth International Symposium on Distributed Computing and Applications to Business Engineering and Science (DCABES) IEEE. 2010.: 141-4.

Parikh P. "Apple Watch Users Can Now Monitor How Bodies React to Coronavirus". Mashable. Disponible en: <https://in.mashable.com/tech/12466/apple-watch-users-can-monitor-how-bodies-react-to-coronavirus-flu>

Pratt School of Engineering. "'CovIdentify' Pits Smartphones and Wearable Tech Against the Coronavirus". Duke University. Disponible en: <https://pratt.duke.edu/about/news/covidentify-pits-smartphones-and-wearable-tech-against-coronavirus>

Radin, Jennifer M et al. "Harnessing wearable device data to improve state-level real-time surveillance of influenza-like illness in the USA: a population-based study". The Lancet Digital Health, Volume 2, Issue 2, e85 - e93

Robinson, Robin. "Wearables in Clinical Trials", June 2015. Pharma Voice.com. Disponible en: <https://www.pharmavoices.com/article/wearables-0615/>

Salazar, Araceli A. et al. "Knowledge and level of understanding of the Chécate, Mídete, Muévete campaign in Mexican adults. Salud Pública de México", 2016, Vol. 60 No.3. <http://dx.doi.org/10.21149/8826>

Sallis, James F, Adrian Bauman, and Michael Pratt. "Environmental and policy interventions to promote physical activity." American Journal of Preventive Medicine 15.4 (1998): 379-397.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), "Programa de Conectividad en Sitios Públicos", 2019. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/515841/PROGRAMA_DE_CONECTIVIDAD_EN_SITIOS_PUBLICOS.pdf

Sukel Kayt. "How physicians can get useable data from wearables", July 29, 2019. Medical Economics. Disponible en: <https://www.medicaleconomics.com/news/how-physicians-can-get-useable-data-wearables>

The Social Intelligence Unit. "Índice de Desarrollo TIC para México y Brecha de Desarrollo", 2020. Disponible en: <https://mailchi.mp/theciu.com/distro001-86908>

UCLA. "UCLA launches major mental health study to discover insights about depression", 2020. Disponible en: <https://newsroom.ucla.edu/releases/ucla-launches-major-mental-health-study-to-discover-insights-about-depression> WHO. "COVID-19 disrupting services to treat non-communicable diseases, WHO survey finds", 2020. Disponible en: <https://news.un.org/en/story/2020/06/1065172>

Vernon, John A. and Golec, Joseph H., Pharmaceutical Price Regulation: public perceptions, economic realities, and empirical evidence, The AEI Press, 2008, Washington, D.C.

- WHO. "Depresión", 2020. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/depression>
- WHO. "Enfermedades no Transmisibles", 2018. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>
- WHO. "Report: High-Level Regional consultation of the Americas Against NCDs and Obesity".
- WHO et al. "Revisión de Estándares de Interoperabilidad para la e-salud en Latinoamérica y el Caribe.
- WHO. "Scaling up action against noncommunicable diseases": How much will it cost?.2011
- World Heart Federation. "Factsheet: Enfermedades Cardiovasculares en México". Disponible en: https://www.world-heart-federation.org/wp-content/uploads/2017/05/Cardiovascular_diseases_in_Mexico__Spanish_.pdf
- World Health Organization, et al. High-Level Regional Consultation of the Americas against NCD's and Obesity. Disponible en: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2011/Reporte-Mexico.pdf>
- World Health Organization. "Global Action Plan on Physical Activity 2018–2030: More Active People for a Healthier World". Disponible en: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272722/9789241514187-eng.pdf>
- Yang J, Zheng Y, Gou X, et al. Prevalence of comorbidities in the novel Wuhan coronavirus (COVID-19) infection: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Infectious Diseases* 2020; 94: 91-95
-