

REVISIÓN

Presente y futuro de las nuevas tecnologías en el asma

R. García-García¹, C. Almonacid Sánchez², B. Arias Arcos³, L. Saldaña Pérez⁴

¹Servicio de Neumología. Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid. ²Servicio de Neumología. Hospital Universitario Ramón y Cajal. Madrid. ³Servicio de Neumología. Hospital Infanta Leonor. Madrid. ⁴Servicio de Neumología. Hospital Infanta Cristina. Parla, Madrid.

Rev Patol Respir. 2020; 23(Supl.1): S22-S27

Resumen

Los nuevos avances tecnológicos están suponiendo una constante revolución a nivel científico y de relaciones sociales, lo que incluye la relación entre profesionales, la forma de obtención de información y la forma de interacción entre profesionales sanitarios y pacientes. Los profesionales sanitarios estamos obligados a adaptarnos a los cambios tecnológicos de forma crítica para conseguir una utilización racional de los mismos, y en beneficio de los pacientes. En esta revisión analizamos el presente y el futuro de la utilización y aplicación de las nuevas tecnologías en el asma. Analizaremos el uso y los estudios disponibles en telemedicina y aplicaciones móviles diseñadas para pacientes asmáticos, así como la utilización cada vez mayor de dispositivos electrónicos y *wearables*. Por otro lado, analizaremos la utilidad de las redes sociales dentro de los cuidados de la salud en el asma, su utilización como medio de interacción con los pacientes, y por profesionales sanitarios como método de compartir información y experiencia.

Palabras clave: Telemedicina; Tecnología; Aplicaciones; Inteligencia artificial; Asma; Redes sociales.

PRESENT AND FUTURE OF THE NEW TECHNOLOGIES IN ASTHMA**Abstract**

The new technological advances are assuming a constant revolution in science and social relations, which includes the relationship between professionals, the way of obtaining information and the form of interaction between health professionals and patients. Health professionals are obligated to adapt to technological changes critically, to achieve a rational use of them, and to use them for the benefit of patients. In this review we analyze the present and future utility and application of new technologies in asthma. In this review we analyze the available studies of telemedicine and mobile applications designed for asthmatic patients, as well as the increasing use of electronic and wearable devices. On the other hand, we analyze the usefulness of social networks within health care in asthma, its use as a method of interaction with patients, and its use by health professionals as a method of sharing scientific information and medical experience.

Key words: Telemedicine; Technology; Applications; Artificial intelligence; Asthma; Social networks.

Introducción

Los avances tecnológicos han permitido mejoras en el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades, permitiendo que la medicina avance hacia una medicina personalizada o de precisión. La aplicación de estos nuevos logros al mundo de las telecomunicaciones ha consolidado la denominada tecnologías de la información y del conocimiento (TIC), que en muy poco tiempo ha cambiado la forma de trabajar y relacionarnos, tanto con nuestro entorno como con otros seres humanos. Las TIC también han facilitado la investigación biomédica, la difusión del conocimiento, la comunicación entre investigadores y el desarrollo de redes de investigación¹.

Los profesionales de la medicina tenemos que adaptarnos, entender y controlar estos avances de forma crítica. Su utilidad ha sido y sigue siendo objeto de estudio en la atención a los pacientes, en la colaboración con otros profesionales y en la gestión de recursos. Por otro lado, debemos tener en cuenta que la terminología utilizada está evolucionando rápidamente, lo que complica en ocasiones la comprensión de los estudios. Durante los últimos años se ha hecho un esfuerzo por unificar el vocabulario utilizado para denominar las diferentes especialidades implicadas en el telecuidado de la salud o *telehealthcare*².

Los objetivos de la aplicación de los nuevos avances tecnológicos deben ser mejorar el acceso a la asistencia

Correspondencia: Rocío García García. Servicio de Neumología. Hospital Universitario 12 de Octubre. Avenida Córdoba s/n. 28041 Madrid
E-mail: rocioneuomo@yahoo.es

sanitaria, reducir los costes de la atención médica sin perder calidad ni eficacia en la asistencia, mejorar los resultados clínicos, aumentar la satisfacción de los pacientes con la asistencia recibida y mejorar la calidad de vida de los pacientes.

En esta directriz, *telehealthcare* se utiliza como un término general para toda la asistencia sanitaria con tecnología. La telemonitorización implica la recopilación y transferencia de datos del paciente, la teleconsulta es el uso de tecnología para permitir la consulta remota entre un paciente y un clínico, y la telemedicina es una consulta interprofesional³. *Telehealthcare* abarca el uso diferentes modalidades, como sistemas de apoyo a la autogestión (recordatorios automáticos para mejorar la adherencia, juegos educativos para mejorar el conocimiento o afectar el comportamiento, y telemonitorización), consultoría remota y sistemas informatizados de apoyo de decisiones⁴⁻¹¹.

Una revisión sistemática publicada recientemente analiza todos los estudios publicados sobre las nuevas tecnologías y su aplicación en pacientes con asma¹². Los trabajos versaban sobre el manejo de casos, consultas, educación, monitorización y recordatorios. Clasificaron los trabajos en cinco categorías: gestión de telecasos, teleconsulta, teleeducación, telemonitorización, y telerecordatorios. Además, clasificaron los estudios que utilizaron una combinación de más de un tipo de telemedicina en tres categorías: gestión combinada de telecasos, teleconsulta combinada, y gestión combinada de telecasos y teleconsulta. Los resultados de este trabajo mostraron beneficios del uso combinado de alguna de estas estrategias, como el manejo de telecasos o la teleconsulta, para mejorar el control de la enfermedad y la calidad de vida de los pacientes con asma.

En esta revisión se analizarán las aportaciones actuales de la telemedicina en la atención del paciente asmático y sus posibilidades futuras a corto o medio plazo.

Telemedicina

Estamos avanzando rápidamente hacia la era digital, cambiando cada aspecto de nuestro funcionamiento diario, incluida la atención médica de nuestros pacientes. Las TIC engloban una serie de elementos, que en el manejo de los pacientes con asma podría ayudar a superar algunas de las barreras a nivel paciente, profesional y organizativo, que obstaculizan la efectividad de las terapias convencionales¹³. En primer lugar, las TIC podría capacitar a los pacientes con las herramientas y habilidades necesarias para el control sobre su enfermedad¹⁴. En segundo lugar, los profesionales de la salud pueden establecer una mejor asociación paciente-profesional y apoyar de forma interactiva el autocontrol de los pacientes¹⁵. En tercer lugar, a nivel organizacional; la información y la comunicación podría permitir una atención proactiva, proporcionando planes de acción personalizados y permitir la detección temprana de exacerbaciones mediante la monitorización continua de estos pacientes¹⁶.

La telemedicina es el uso de las TIC para mejorar los resultados de salud de los pacientes al aumentar el acceso a la información médica y tratamiento. Esta se define como

cualquier prestación remota de servicios médicos mediante el uso de una variedad de opciones de telecomunicaciones para el intercambio de información que permite el diagnóstico, tratamiento y prevención de las enfermedades. Incluye una amplia gama de servicios clínicos que utilizan Internet, medios inalámbricos, satélites y teléfonos¹⁷.

En el contexto de las enfermedades respiratorias, para abordar la necesidad de una adhesión optimizada, se han desarrollado varias tecnologías digitales entre las que se encuentran: inhaladores electrónicos, mensajes de texto y recordatorios y herramientas de autogestión (como aplicaciones móviles, páginas web y dispositivos de monitorización electrónica)¹⁸.

Se realizó un estudio para medir la efectividad de la telemedicina en el autocontrol del asma. Se monitorizó el uso de medicamentos inhalados mediante un sensor integrado que captura la fecha, la hora y el número de usos, y la información se transfirió a una aplicación móvil. Se estudiaron un total de 495 pacientes en brazos paralelos y monitorizó durante 1 año del uso de SABA donde los pacientes en el grupo de intervención recibieron acceso y retroalimentación del sistema y los pacientes de control, aunque equipados con sensores, no recibieron ninguna retroalimentación. En comparación con los sujetos de control, el sistema de telemedicina disminuyó significativamente el uso de SABA y aumentó los días libres de SABA¹⁹.

La telemedicina podría incorporar herramientas de autocontrol como dispositivos de monitorización electrónica fáciles de usar, cuestionarios de control de síntomas y algoritmos de tratamientos que proporcionen consejos para ajuste de tratamiento según su historial y el nivel actual de control del asma²⁰. Se necesitan estudios, con un buen diseño, que proporcionen a los profesionales de la salud buenas evidencias de los efectos de la telemedicina en el control del asma y la calidad de vida de los pacientes²¹.

Aplicaciones de la telemedicina en patología respiratoria y asma

Debido al paradigma cambiante de la atención médica centrada en el paciente, y con el aumento en el uso de teléfonos tipo *smartphones* en la población general, ha aumentado la utilización de aplicaciones móviles (*apps*) relacionadas con la salud. Las *apps* son la forma de tecnología digital de la salud con más rápido crecimiento; proporcionan información y educación^{22,23}, incluyendo un plan de acción en caso de descompensación de la patología de base, así como la integración de la atención primaria y especializada para el manejo de las enfermedades. Por lo general, las visitas médicas sirven como escenario principal para que los pacientes reciban educación sobre el asma; sin embargo, los pacientes buscan *apps* para obtener información y asistencia para el autocontrol de su enfermedad²⁴⁻²⁷.

En los pacientes con enfermedades respiratorias, las *apps* conectadas a biosensores portátiles pueden medir y monitorizar continuamente parámetros respiratorios, incluida la función pulmonar, fracción de óxido nítrico exhalado

(FeNO) y cuantificar la dosis de medicamentos^{28,29}. Dicha información puede proporcionar información sobre el control de la enfermedad y el efecto de la adhesión al tratamiento en los resultados de salud³⁰. Krebs y Duncan realizaron una encuesta a 1.604 usuarios de teléfonos móviles en los Estados Unidos y descubrieron que más de la mitad había descargado una aplicación móvil relacionada con la salud³¹. Kim y cols. realizaron un estudio para evaluar la viabilidad de una aplicación móvil en pacientes con asma basada en un plan de acción de autocontrol y demostraron que la adhesión al tratamiento mejoró significativamente en los pacientes que utilizaron la aplicación. Sin embargo, Huckvale y cols. encontraron que el 40% de las aplicaciones que recomendaban estrategias de manejo de las exacerbaciones asmáticas no estaban basadas en evidencias científicas y solo el 25% ofrecían información consistente^{32,33}.

El asma es una de las enfermedades crónicas que con mayor frecuencia se podría beneficiar del avance de la tecnología digital en el ámbito de la atención médica, pero se necesitan más estudios para identificar la efectividad de estas intervenciones sobre los resultados en salud^{34,35}.

Dispositivos electrónicos y *wearables*, utilidad para el manejo del asma

Actualmente es habitual llevar en la muñeca un dispositivo o *smartwatch* que nos avise cuando, entre sus múltiples funciones, nuestra frecuencia cardiaca aumenta o desciende fuera de un rango predeterminado. Hace años era impensable plantear que esta tecnología estuviera al alcance de todo el mundo, así, con estos dispositivos se abre ante nosotros una puerta a la telemonitorización en medicina. Se trata de microprocesadores denominados *wearables* (traducido al castellano "llevables") y recogen toda la información para la que han sido programadas de forma pasiva sin que la persona tenga que realizar ningún esfuerzo y, además, puede ser almacenada en la nube para la descarga y revisión posterior. Estos dispositivos pueden registrar de forma continua el tiempo que lo permita su batería o en los periodos de tiempo que se prefijen. Pulsioximetría, ventilación pulmonar, actímetro y detector de calidad del aire, son las funciones de los *wearables* más investigados en el ámbito de la telemedicina en el momento actual³⁶. Pueden estar implantados en el cuerpo, adheridos a la piel en una localización fija o transportada en un bolsillo, la mano o un bolso en función de lo quiera medirse.

Dentro de los más utilizados y con una señal de mayor validez se encuentran los actímetros^{37,38}. Más o menos precisos, poseen un acelerómetro capaz de medir continuamente la aceleración triaxial del individuo con un dispositivo colocado habitualmente en la muñeca o en la cintura. Muchos de ellos incluyen algoritmos que cuantifican el tiempo que pasamos en las diferentes intensidades de movimiento y si añadimos la medición de la frecuencia cardiaca, monitorizaremos la respuesta cardiaca al ejercicio realizado. El registro de pulsioximetría calculará mediante algoritmos determinados el porcentaje de hemoglobina cargada de oxígeno bien

sea en un dedo, lóbulo de la oreja o incluso en la piel. Si registramos la pulsioximetría, el movimiento y la frecuencia cardiaca mientras dormimos, podremos inferir los ciclos de sueño que realiza la persona y, por tanto, cuantificar en parte la calidad del sueño y sus posibles interrupciones y desaturaciones de oxígeno como, por ejemplo, por un episodio de tos. Utilizan la ausencia de movimiento para detectar que se está dormido incluso en sueño profundo y en combinación con el aumento de la frecuencia cardiaca para registrar los ciclos del sueño REM (*Rapid Eye Movement*).

Cada vez hay más estudios que proponen una práctica clínica apoyada en estos dispositivos que apenas suponen un esfuerzo para el paciente y en los que el investigador puede obtener información del tipo y cantidad de actividad física realizada, así como un perfil de sueño en el periodo de tiempo elegido y contrastar con la clínica referida por el paciente³⁹.

Por otro lado, la polución, la meteorología y los niveles de pólenes se miden en un área geográfica delimitada y sus datos son accesibles a través de Internet y diferentes aplicaciones móviles. Si utilizamos esta información cruzada con la geolocalización presente en la mayoría de los *wearables* hace posible que pueda relacionarse con el paciente y caracterizar algunas de sus conductas sociales y su actividad física. La vigilancia de estas conductas en el paciente asmático puede favorecer el mejor control de la enfermedad, así como permitir adelantarse a situaciones de alerta por alta contaminación o polinización según la geolocalización que detecte el dispositivo. Los hay incluso que pueden llegar a monitorizar la mecánica respiratoria continuamente⁴⁰.

En la Universidad de San Diego han desarrollado un dispositivo experimental que mide los movimientos de la caja torácica al respirar. Consiste en dos pequeños sensores que se colocan a la misma altura en espalda y esternón. Con ello pueden detectarse las respiraciones realizadas en situaciones de ansiedad o pánico, o la respiración y la tos de los pacientes asmáticos agudizados. La oportunidad de poder registrar la respiración de forma continua tanto durante el día como en la noche o en momentos de ejercicio físico, plantea la posibilidad de poder evaluar a distancia y en tiempo real cuándo un paciente asmático empeora en relación con el ejercicio o si el aumento de tos en la noche pronostica la pérdida de control del asma los días siguientes. Incluso hay prototipos capaces de detectar sibilancias no audibles en los pacientes que los usan y cuya detección se transmite directamente a su médico responsable, quien puede decidir tomar medidas al respecto o adelantar la citación programada al paciente⁴¹.

Ya a principios de la década de los 90 se desarrollaron dispositivos electrónicos para optimizar el manejo del asma. Estaban centrados principalmente no en la detección temprana de los primeros síntomas del asma como hemos visto previamente, sino en la comprobación de una adecuada adhesión al tratamiento. Ingerski y cols.⁴² diferenciaban tres grupos principales: monitores para medicación oral, para medicación inhalada y medicación nebulizada. Dispositivos con contador de dosis o contador de inhalaciones/nebulizaciones, todos ayudaban a controlar olvidos y mejorar los tiempos de administración, sin embargo, ninguno podía comprobar que el paciente hubiera tomado realmente la

medicación. Hoy en día sigue siendo el problema principal de la monitorización de la adhesión al tratamiento: dispositivos de presupuesto elevado sin conseguir evitar la picaresca de los pacientes que activen el dispositivo sin tomar el medicamento o pacientes que directamente justifiquen no tomarlo por creer que ya no lo necesitan.

Otro aspecto también conocido y no menos importante sobre la adhesión al tratamiento inhalador es aquel incumplimiento involuntario por una técnica inhalatoria deficiente. Carpenter y cols. revisaron las distintas técnicas inhalatorias en función de los diferentes inhaladores con diferentes dispositivos electrónicos, detectando graves deficiencias. Estos pacientes llegaban a igualar su mal control con aquellos pacientes que directamente no tomaban la medicación. Es obvio que la enseñanza es la piedra angular de una buena técnica inhalatoria, ya que de ello depende que el tratamiento pautado haga el efecto beneficioso esperado en el paciente⁴³.

El valor de la telemonitorización con estos dispositivos electrónicos que registran las constantes vitales y el tratamiento administrado, radica en poder discernir entre aquellos pacientes con un asma refractaria al tratamiento, de aquellos que no lo toman. Sin embargo, el coste de los dispositivos, su mantenimiento y el tiempo de valoración extra además de la consulta del facultativo hace restringir la selección de pacientes que reciben esta monitorización. Por el momento, cada vez más estudios plantean el uso habitual de estas tecnologías para obtener datos objetivos sobre la situación del paciente y demuestran el beneficio de apoyar el manejo clínico del asma en consulta médica con estas tecnologías, pudiendo detectar ámbitos de mejora en el tratamiento e individualizando las recomendaciones para el día a día del paciente⁴⁴. No obstante, faltan más estudios que apoyen la evidencia de un mejor control del asma en pacientes que usan estos dispositivos frente a los que no lo hacen, ya que, aunque exista una percepción de mejora clínica en los pacientes elegidos, parece no existir una diferencia significativa frente a aquellos en los que la intervención se realiza en las consultas habituales⁴⁵. Merece la pena recalcar que los metaanálisis, pese a la heterogeneidad de los estudios que revisan, sí demuestran un menor gasto global en visitas a urgencias, consultas no programadas y hospitalizaciones, que se evitan si intervenimos en el paciente de forma precoz antes de la pérdida completa del control de la enfermedad⁴⁶.

Redes sociales y asma

Las redes sociales forman parte del día a día de cada vez un mayor número de personas, y dado que son una fuente de información e interacción entre individuos y colectivos, se están convirtiendo también en parte importante de los cuidados de la salud. Los pacientes utilizan esta tecnología para informarse y obtener consejos de salud. También los profesionales buscan información en muchas ocasiones a través de las redes sociales, lo que las convierte en herramientas potencialmente muy útiles.

Antes de plantearse el uso de las redes sociales como herramienta en salud es importante hacer una serie de planteamientos éticos sobre cómo debe ser el buen uso de estas por parte de los profesionales sanitarios. La Organización Médica Colegial incluye en su manual de ética y redes sociales amplios consejos para los profesionales que decidan hacer uso de las redes sociales desde el punto de vista profesional. En el decálogo con el que se inicia el manual se recomienda respetar la confidencialidad y el secreto médico, evitar el consejo médico directo a pacientes virtuales, mantener una imagen virtual profesional y adecuada, evitar que el uso de dispositivos tecnológicos desvíen nuestra atención durante la consulta directa con pacientes, mantener una actitud responsable sobre la información médica difundida en redes sociales, mantener el respeto en la interacción con compañeros o en los comentarios sobre ellos y realizar un buen uso de la publicidad y del *branding* médico^{47,48}.

Dependiendo del objetivo que tengamos con la utilización de las redes sociales puede ser más interesante el uso de unas u otras, ya que el perfil de usuarios es distinto en una red eminentemente profesional como LinkedIn, que en redes con un uso más variado como Twitter, Facebook o Instagram, por poner algunos ejemplos de las más utilizadas. Por este motivo, veremos que en las experiencias publicadas hasta la actualidad se han seleccionado unas u otras en función de a quién iba dirigida la acción en las redes.

Respecto a la utilidad de las redes para los pacientes, los principales estudios realizados y publicados en pacientes asmáticos se han hecho en niños y adolescentes. Al analizar algunos de los estudios y las impresiones de niños, adolescentes asmáticos y de sus padres, valoran positivamente los distintos tipos de soporte a través de las redes sociales. Por un lado, la creación de redes de pacientes donde compartir experiencias les hace sentirse menos aislados por la enfermedad y, por otro lado, se valora el soporte de los profesionales hacia los propios pacientes y sus familias, que se sienten con más confianza tras las intervenciones para manejar la enfermedad⁴⁹. Se realizaron encuestas hace años en pacientes asmáticos entre 11 y 40 años, cuando las redes sociales comenzaban a ser populares, donde aún los pacientes preferían recibir la información mediante *e-mail* en comparación con las redes sociales; aunque el uso de estas ha crecido exponencialmente los últimos años, por lo que es probable que se hayan modificado estas preferencias en la actualidad⁵⁰.

El principal uso hasta ahora de las redes sociales en el tratamiento del asma ha sido dentro de los planes de automanejo de la enfermedad. En concreto hay experiencias con el uso de Facebook mediante la creación de grupos privados con información para el automanejo de la enfermedad y recordatorios mensuales para realizar el test de control de asma (ACT), y se observaban mejorías en el control mediante la puntuación de ACT en el grupo que utilizó la red social respecto al grupo control⁵¹.

También se ha propuesto el uso de redes sociales para reclutar grupos específicos de pacientes para la realización de estudios, a través de cuentas en Twitter y Facebook que ofrezcan información y enlaces para realizar los cuestiona-

rios del estudio propuesto. Se han publicado los resultados negativos de una de estas propuestas dirigido a pacientes que habían tenido asma en el embarazo, con la que no consiguieron reclutar pacientes a pesar de que la información de las cuentas si tuvo un considerable número de interacciones⁵². Es muy posible que estas estrategias deban ser diseñadas tras un buen análisis del uso de estas redes por el perfil de paciente al que se quiera reclutar, para obtener su participación activa y no solo la interacción pasiva con la información.

Respecto al uso de las redes por y para profesionales implicados en el manejo de patología respiratoria hay numerosas experiencias, y algunas de ellas publicadas. Una de las herramientas más utilizadas entre profesionales son los Twitter chat. Es una herramienta para obtener más audiencia, lograr un mayor alcance de los mensajes y construir una comunidad *on-line*. Se consigue de esta manera una rápida diseminación de contenido científico y permite revisar y discutir *topics* entre los participantes. Entre 2013 y 2017, coincidiendo con la celebración del congreso anual Chest, se han creado 12 Twitter chat con el *hashtag* #pulmcc, para profesionales interesados en neumología, cuidados críticos respiratorios y medicina del sueño. En los 12 chats hubo un total de 4.212 *tweets* de 418 participantes, consiguiendo 9.361.519 impresiones, lo que confirma que es una potente herramienta para transmitir información entre profesionales sanitarios⁵³.

Otra forma de utilización de las redes entre profesionales es la creación de redes sociales propias dentro del entorno sanitario, como la experiencia en Lleida de la creación de una comunidad virtual llamada Pneumobloc, concebida para aumentar y mejorar la interacción entre médicos y enfermería de atención primaria con los neumólogos; con una experiencia positiva los primeros 24 meses de implantación, al menos en términos de participación y contribuciones⁵⁴.

Internet y las redes sociales son además potentes buscadores de información, de forma que nos permiten detectar no solo información falsa o errónea, otro de los motivos por los que es importante transmitir la información por parte de profesionales, sino incluso detectar carencias en la información. En una búsqueda reciente de imágenes en Facebook, Twitter e Instagram con el *hashtag* #asthma e #inhaler parece detectarse carencia de información, con poca aparición de cámaras espaciadoras en las imágenes, y aparición predominantemente de inhaladores aislados sin mostrarse a las personas utilizándolos⁵⁵. A pesar de tratarse de una observación con muchas limitaciones, este tipo de búsquedas pueden ayudar a detectar deficiencia de información en áreas como el asma, ayudando de esta manera a profesionales implicados en difusión de información a través de las redes en una mejor selección de contenidos, más novedosos y que puedan ser más útiles para los pacientes o para otros profesionales.

Bibliografía

- Duvvuri VRSK, Jianhong W. Information and communication technology developments in asthma management: a systematic review. *Indian J Med Sci.* 2007; 61: 221-41.
- McLean S, Chandler D, Nurmatov U, Liu J, Pagliari C, Car J, et al. Telehealthcare for asthma: a Cochrane review. *CMAJ.* 2011; 183: 733-2.
- Miller EA. Solving the disjuncture between research and practice, telehealth trends in the 21st Century. *Health Policy.* 2007; 82: 133-41.
- Marcolino MS, Oliveira JAQ, D'Agostino M, Ribeiro AL, Alkmim MBM, Novillo-Ortiz D. The Impact of mHealth interventions: systematic review of systematic reviews. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2018; 6(1): e23.
- Sardi L, Idri A, Fernández-Alemán JL. A systematic review of gamification in e-Health. *J Biomed Inform.* 2017; 71: 31-48.
- Portnoy JM, Waller M, De Lurgio S, Dinakar C. Telemedicine is as effective as in-person visits for patients with asthma. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2016; 117(3): 241-5.
- Aliverti A. Wearable technology: role in respiratory health and disease. *Breathe Sheff Engl.* 2017; 13: 27-36.
- Dimitrov DV. Medical Internet of things and Big Data in Healthcare. *Healthc Inform Res.* 2016; 22: 156-63.
- Popovic JR. Distributed data networks: a blueprint for Big Data sharing and healthcare analytics. *Ann N Y Acad Sci.* 2017; 1387: 105-11.
- De Jongh T, Gurol-Urganci I, Vodopivec-Jamsek V, Car J, Atun R. Mobile phone messaging for facilitating self-management of long-term illnesses. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012; 12: CD007459.
- Gustafson D, Wise M, Bhattacharya A, Pulvermacher A, Shanovich K, Phillips B, et al. The effects of combining Web-based eHealth with telephone nurse case management for pediatric asthma control: a randomized controlled trial. *J Med Internet Res.* 2012;14(4): e101.
- Chongmelaxme B, Lee S, Dhippayom T, Saokaew S, Chaiyakunapruk N, Dilokthornsakul P. The Effects of telemedicine on asthma control and patients' quality of life in adults: a systematic review and meta-analysis. *J Allergy Clin Immunol Pract.* 2019; 7: 199-216.
- Morrison D, Mair F S, Yardley L, Kirby S, Thomas M. Living with asthma and chronic obstructive airways disease: Using technology to support self-management - An overview. *Chron Respir Dis.* 2017; 14(4): 407-19.
- Merchant RK, Inamdar R, Quade RC. Effectiveness of population health management using the propeller health asthma platform: a randomized clinical trial. *J Allergy Clin Immunol Pract.* 2016; 4: 455-63.
- Bousquet J. Electronic clinical decision support system (eCDSS) in the management of asthma: from theory to practice. *Eur Respir J.* 2019; 53: 1900339.
- Merchant R, Szeffler SJ, Bender BG, Tuffli M, Barrett MA, Gondalia R, et al. Impact of a digital health intervention on asthma resource utilization. *World Allergy Organ J.* 2018; 11(1): 28.
- Unni E, Gabriel S, Ariely R. A review of the use and effectiveness of digital health technologies in patients with asthma. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2018; 121(6): 680-91.
- Blakey JD, Bender BG, Dima AL, Weinman J, Safioti G, Costello RW. Digital technologies and adherence in respiratory diseases: the road ahead. *Eur Respir J.* 2018; 52: 801147.
- Merchant RK, Inamdar R, Quade RC. Effectiveness of population health management using the propeller health asthma platform: a randomized clinical trial. *J Allergy Clin Immunol Pract.* 2016; 4(3): 455-63.
- Barrett MA, Humblet O, Marcus JE, Henderson K, Smith T, Eid N. Effect of a mobile health, sensor-driven asthma management platform on asthma control. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2017; 119(5): 415-21.

21. Chongmelaxme B, Lee S, Dhippayom T, Saokaew S, Chaiyakunapruk N, Dilokthornsakul P. The effects of telemedicine on asthma control and patients' quality of life in adults: a systematic review and Meta-analysis. *J Allergy Clin Immunol Pract.* 2019; 7: 199-216.
22. Tan R, Cvetkovski B, Kritikos V, O'Hehir R E, Lourenço O, Bousquet J, et al. Identifying an effective mobile health application for the self-management of allergic rhinitis and asthma in Australia. *J Asthma.* 2019; 1-12. doi: 10.1080/02770903.2019.1640728.
23. Bousquet J, Hellings PW, Agache I, Bedbrook A, Bachert C, Bergmann KC, et al. ARIA 2016: Care pathways implementing emerging technologies for predictive medicine in rhinitis and asthma across the life cycle. *Clin Transl Allergy.* 2016; 6: 47.
24. Blaiss MS. Asthma mobile applications: are they ready for prime time? *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2018; 120(4): 347-8.
25. Simpson AJ, Honkoop PJ, Kennington E, Snoeck-Stroband JB, Smith I, East J, et al. Perspectives of patients and healthcare professionals on mHealth for asthma self-management. *Eur Respir J.* 2017; 49 (5); pii: 1601966.
26. Sleurs K, Seys SF, Bousquet J, Fokkens WJ, Gorris S, Pugin B, et al. Mobile health tools for the management of chronic respiratory diseases. *Allergy.* 2019; 74(7): 1292-306.
27. Kagen S, Garland A. Asthma and allergy mobile Apps in 2018. *Curr Allergy Asthma Rep.* 2019; 19(1): 6.
28. Barrett MA, Humblet O, Marcus JE, Henderson K, Smith T, Eid N, et al. Effect of a mobile health, sensor-driven asthma management platform on asthma control. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2017; 119(5): 415-21.
29. Pool AC, Kraschnewski JL, Poger JM, Smyth J, Stuckey HL, Craig TJ, et al. Impact of online patient reminders to improve asthma care: a randomized controlled trial. *PLoS One.* 2017; 12(2); e0170447.
30. Shah SA, Velardo C, Farmer A, Tarassenko L. Exacerbations in chronic obstructive pulmonary disease: identification and prediction using a digital health system. *J Med Internet Res.* 2017; 19(3): e69.
31. Krebs P, Duncan DT. Health app use among us mobile phone owners: a national survey. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2015; 3(4): e101.
32. Huckvale K, Morrison C, Ouyang J, Ghaghda A, Car J. The evolution of mobile apps for asthma: an updated systematic assessment of content and tools. *BMC Med.* 2015; 13: 58.
33. Kim MY, Lee SY, Jo EJ, Lee SE, Kang MG, Song WJ, et al. Feasibility of a smartphone application based action plan and monitoring in asthma. *Asia Pac Allergy.* 2016; 6(3): 174-80.
34. Unni E, Gabriel S, Arieli R. A review of the use and effectiveness of digital health technologies in patients with asthma. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2018; 121(6): 680-91.
35. Hui CY, Walton R, McKinsty B, Jackson T, Parker R, Pinnock H. The use of mobile applications to support self-management for people with asthma: a systematic review of controlled studies to identify features associated with clinical effectiveness and adherence. *J Am Med Inform Assoc.* 2017; 24(3): 619-32.
36. Aliverti A. Wearable technology: role in respiratory health and disease. *Breathe (Sheff).* 2017; 13(2): 27-36.
37. Katwa U, Rivera E. Asthma Management in the Era of Smart-Medicine: Devices, Gadgets, Apps and Telemedicine. *Indian J Pediatr.* 2018; 85(9): 757-62.
38. Bagot KS, Matthews SA, Mason M, Squeglia LM, Fowler J, Gray K, et al. Current, future and potential use of mobile and wearable technologies and social media data in the ABCD study to increase understanding of contributors to child health. *Dev Cogn Neurosci.* 2018; 32: 121-9.
39. Bian J, Guo Y, Xie M, Parish AE, Wardlaw I, Brown R, et al. Exploring the association between self-reported asthma impact and fitbit-derived sleep quality and physical activity measures in adolescents. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2017; 5(7): E105.
40. Gaidhani A, Moon KS, Ozturk Y, Lee SQ, Youm W. Extraction and analysis of respiratory motion using wearable inertial sensor system during trunk motion. *Eensors (Basel).* 2017; 17(12). pii: E2932.
41. Acharya J, Basu A, Ser W. Feature extraction techniques for low-power ambulatory wheeze detection wearables. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2017; 2017: 4574-77.
42. Ingerski LM, Hente EA, Modi AC, Hommel KA. Electronic measurement of medication adherence in pediatric chronic illness: a review of measures. *J Pediatr.* 2011; 159(4): 528-34.
43. Carpenter DM, Roberts CA, Sage AJ, George J, Horne RA. Review of electronic devices to assess inhaler technique. *Curr Allergy Asthma Rep.* 2017; 17(3): 17.
44. Chongmelaxme B, Lee S, Dhippayom T, Saokaew S, Chaiyakunapruk N, Dilokthornsakul P. The effects of telemedicine on asthma control and patients' quality of life in adults: a systematic review and meta-analysis. *J Allergy Clin Immunol Pract.* 2019; 7(1): 199-216.
45. McLean S, Chandler D, Nurmatov U, Liu J, Pagliari C, Car J, et al. Telehealthcare for asthma: A Cochrane review. *CMAJ.* 2011; 183: 733-42.
46. Zhao J, Zhai YK, Zhu WJ, Sun DX. Effectiveness of Telemedicine for controlling asthma symptoms: a systematic review and meta-analysis. *Telemed J E Health.* 2015; 21(6): 484-92.
47. Ética y redes sociales. Manual de estilo para médicos y estudiantes de medicina. OMC; 2014.
48. Yaqub F. Asthma online: pros and cons of social media and networks. *Lancet Respir Med [Internet].* 2014; 2(6): 444. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2213260014700797>
49. D'Amato G, Vitale C, Mormile M, Vatrella A, D'Amato M. The impact of social and digital media on asthmatic adolescents. *Pediatr Allergy Immunol.* 2016; 27(6): 650-1.
50. Baptist AP, Thompson M, Grossman KS, Mohammed L, Sy A, Sanders GM. Social media, text messaging, and email preferences of asthma patients between 12 and 40 years old. *J Asthma.* 2011; 48(8): 824-30.
51. Liptzin DR, Szeffler SJ. Evolution of asthma self-management programs in adolescents: from the crisis plan to Facebook. *J Pediatr.* 2016; 179: 19-23.
52. Williamson GR, O'Connor A, Chamberlain C, Halpin D. mHealth resources for asthma and pregnancy care: Methodological issues and social media recruitment. A discussion paper. *J Adv Nurs.* 2018; 74(10): 2442-9.
53. Carroll CL, Bruno K, Ramachandran P. Building Community Through a #pulmcc Twitter chat to advocate for pulmonary, critical care, and sleep. *Chest.* 2017; 152(2): 402-9.
54. Lara B, Cañas F, Vidal A, Nadal N, Rius F, Paredes E, et al. Knowledge management through two virtual communities of practice (Endobloc and Pneumobloc). *Health Informatics J.* 2017; 23(3): 170-80.
55. Rosenzweig D, Nickels AS. #Asthma #Inhaler: Evaluation of visual social media depictions of inhalers and spacers. *J Allergy Clin Immunol Pract.* 2017; 5(6): 1787-8.