



FACULTAD DE FARMACIA

Grado en Farmacia

TECNOLOGÍA APLICADA AL DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE LA DIABETES MELLITUS

Memoria de Trabajo Fin de Grado

Sant Joan d'Alacant

Junio 2018

Autor: Isabel Rabadán Oliver
Modalidad: Revisión bibliográfica
Tutor/es: Vicente Bertomeu González

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	3
2. INTRODUCCIÓN.....	4
3. ANTECEDENTES.....	5
4. SISTEMA FLASH DE MONITORIZACIÓN DE GLUCOSA.....	7
Aplicación del sensor:.....	8
Interpretación de lecturas de glucosa:.....	8
Situaciones especiales (hiper/hipo):.....	9
Aplicaciones:.....	9
Informes del lector Freestyle Libre:.....	9
5. MHEALTH.....	13
¿Qué se entiende por <i>mhealth</i> ?.....	13
Revolución en la asistencia sanitaria.....	14
Utilidades en pacientes con Diabetes Mellitus:.....	15
6. EJEMPLOS DE APLICACIONES DE SALUD MÓVIL PARA DIABÉTICOS. 16	
7. OBJETIVOS.....	19
8. MATERIAL Y MÉTODOS.....	19
9. RESULTADOS.....	20
10. LIMITACIONES.....	28
11. CONCLUSIONES.....	28
12. BIBLIOGRAFÍA.....	29

1. RESUMEN

Introducción: la Diabetes Mellitus es una de las enfermedades crónicas más comunes que afectan a los humanos y su prevalencia va en aumento en todo el mundo. Debido a que no hay cura, la autogestión juega un papel importante en el transcurso de la vida, es decir, medir y registrar la glucosa en sangre, hacer ejercicio, mantener una dieta saludable y tomar medicamentos regularmente. Una forma de apoyar a los pacientes en el autocuidado y la autogestión es a través del uso de la tecnología, incluidas las aplicaciones de *mHealth* (salud móvil), que se han desarrollado una gran cantidad en los últimos años.

Hipótesis de trabajo: Las intervenciones de salud móvil basadas en aplicaciones de teléfonos inteligentes son herramientas prometedoras para ayudar a mejorar la atención y la autogestión de la diabetes; sin embargo, se necesita más evidencia sobre la eficacia de *mHealth* en el cuidado de la diabetes.

Objetivo: realizar una revisión bibliográfica de artículos que analicen la eficacia, la evidencia científica y la autogestión de la Diabetes Mellitus a través de las aplicaciones de salud móvil.

Material y métodos: El trabajo se ha llevado a cabo realizando una búsqueda bibliográfica utilizando la base de datos Pubmed. Para ello se introdujeron los siguientes términos “Diabetes” y “*mhealth*” como criterios de búsqueda.

Resultados: Debido a la gran cantidad de artículos disponibles (260) se acotó la búsqueda utilizando filtros. Los filtros han sido para obtener documentos de revisión, estudios observacionales, meta-análisis y que sean en inglés. Después de aplicar estos filtros han quedado 62 artículos. He excluido 52 debido a que la población era inapropiada y he analizado los 10 restantes.

Conclusiones: La revisión bibliográfica llevada a cabo ha permitido conocer las aplicaciones móviles de salud que apoyan el autocontrol de las personas con diabetes. Las intervenciones *mHealth* representan un enfoque prometedor para el autocontrol de la diabetes, ya que mejoran el control glucémico. Sin embargo, se requiere una investigación más sólida en esta área para tomar las decisiones correctas para el paciente, el sistema de atención médica y la sociedad.

Palabras clave: Diabetes, aplicaciones, mHealth, móviles.

2. INTRODUCCIÓN.

La Diabetes Mellitus es una de las enfermedades crónicas más comunes que afectan a los humanos y su prevalencia va en aumento en todo el mundo. El estilo de vida poco saludable contribuye a ella, por tanto, uno de los pilares del tratamiento y la prevención de esta enfermedad es la adopción de un estilo de vida saludable.

Debido a que no hay cura para la diabetes, la autogestión tiene un papel muy importante en el transcurso de la vida, es decir, medir y registrar la glucosa en sangre, hacer ejercicio, mantener una dieta saludable y tomar medicamentos regularmente. Según muchos estudios la mejora en los hábitos dietéticos y de actividad física puede prolongar la esperanza de vida de estos pacientes.

Existe un fuerte apoyo a la eficacia del autocontrol para la diabetes, ya que el tratamiento de esta enfermedad tiene un componente significativo de cambio en el estilo de vida y adherencia a medicamentos a largo plazo.

Una forma de apoyar a los pacientes en el autocuidado y la autogestión es a través del uso de la tecnología, incluidas las aplicaciones de *mHealth* (salud móvil), que se han desarrollado una gran cantidad en los últimos años.

Dentro del sector de la atención médica, estas aplicaciones están respaldando la gestión de enfermedades, promoviendo así la conciencia y el bienestar de la salud. Específicamente, se han desarrollado multitud de aplicaciones para ayudar a los pacientes a controlar la diabetes mellitus.

Las intervenciones de salud móvil basadas en aplicaciones de teléfonos inteligentes son herramientas prometedoras para ayudar a mejorar la atención y la autogestión de la diabetes; sin embargo, se necesita más evidencia sobre la eficacia de *mHealth* en el cuidado de la diabetes. El objetivo de este trabajo es realizar una revisión bibliográfica de artículos que analicen la eficacia, la evidencia económica, la autogestión de la Diabetes Mellitus a través de este tipo de aplicaciones de salud móvil.

3. ANTECEDENTES.

La Diabetes ha existido desde la antigüedad. Hace 3000 años los antiguos egipcios ya describían síntomas acordes a la diabetes mellitus: orinaban mucho y perdían peso sin causa aparente. En el Papiro Ebers, uno de los tratados médicos más antiguos conocidos, se describe el tratamiento que brindaban a las personas que manifestaban dichos síntomas que consistía en una dieta de cuatro días que incluía el jugo de la cocción de huesos, trigo, granos, arena, plomo verde y tierra, o bien: agua de charco de pájaro, bayas de sauco, cerveza, flores de pepino, y dátiles verdes.

Pero fue Araetus de Capadoccia quien entre el año 80 y 133 usó el término “diabetes” para definir a esta enfermedad, debido a que en griego diabetes se define como “correr a través” y ello hace referencia en este caso a la gran cantidad de agua que se eliminaba por orina.

Este médico griego consideraba que la poliuria o la gran cantidad de orina se debía a una falla en los riñones y que el agua no se retenía en el organismo de los afectados.

Más adelante, en 1675, Thomas Willis añade a la diabetes el término “mellitus” que significa “miel dulce” debido a la dulzura de la orina y la sangre de quienes padecen la enfermedad. Aunque la dulzura de la sangre y orina fue descrita ya en el siglo V y VI por médicos indios.

Ya en 1776 un británico, Dobson, confirma que la dulzura de la sangre y orina se debían a la presencia de glucosa en las mismas, algo de origen desconocido.

En 1857 Claude Bernard, de Francia, atribuye a la producción excesiva de glucosa por parte del hígado, según relata Ahmed AM para la Saudi Medical Journal.

A finales del siglo XIX, Minkowski y von Mering, de la Universidad de Estrasburgo, extirpan el páncreas a un perro y le ocasionan al animal una diabetes terminal. Es en esta ocasión en que se confirma la influencia de este órgano en el desarrollo de la enfermedad.

Una vez descrita la enfermedad y sabiendo la influencia del hígado, pero sobre todo del páncreas en el desarrollo de la diabetes mellitus, en 1908 Zuelzer extrae

una sustancia pancreática y se la inyecta a pacientes diabéticos, logrando una eliminación del azúcar de la orina.

En 1921 se logra aislar esta sustancia denominada “insulina” y Banting describe los beneficios de su uso clínico, pero no es hasta pasada la década de los 70 que se comercializa la primera insulina y los medidores de glucosa en sangre.

En España, el doctor Rossend Carrasco (1922), inicia la obtención de la insulina a través de la extirpación del páncreas de los cerdos sacrificados en el matadero municipal de Barcelona. De esta forma consiguen tratar a un chico de 20 años llamado Francisco Pons, que fue la primera persona con diabetes en toda Europa tratada con insulina. Esta primera insulina obtenida de animales producía graves hipoglucemias y grandes reacciones locales debida a sus impurezas. Hasta 1923 no se extendió el uso de la insulina en Europa.

En 1979 la *National Diabetes Data Group* clasifica a la diabetes en cuatro formas diferentes: diabetes tipo 1 insulino dependiente, diabetes tipo 2 no insulino dependiente, diabetes gestacional y diabetes asociada a otros síndromes o patologías.

Por supuesto, se fueron desarrollando variedad de fármacos conforme se fue conociendo la fisiología involucrada en el desarrollo de la diabetes. Hoy ya en el siglo XXI se cuenta con medicación con múltiples efectos que contribuyen a reducir los niveles de glucosa en sangre.

Como se puede ver, es una historia muy curiosa que comienza años atrás junto a los antiguos egipcios y hasta la actualidad no deja de desarrollarse, pues esta enfermedad metabólica es tan compleja como el cuerpo humano y por ello, aun en el siglo XXI hay mucho por saber, hacer y resolver acerca de la diabetes que hoy acecha a gran parte de la población mundial. ¹

4. SISTEMA FLASH DE MONITORIZACIÓN DE GLUCOSA.



Figura 1: Sistema flash de monitorización de glucosa

Introducimos el sistema flash de monitorización de glucosa como ejemplo de la aplicación de tecnología para facilitar el autocuidado de los pacientes con diabetes mellitus. El conocimiento de este sistema de monitorización, que ya están en uso, puede servir como referencia para la implantación de las tecnologías *mhealth*.

Está indicado para medir los niveles de glucosa en el líquido intersticial en personas con Diabetes Mellitus, incluidas las mujeres embarazadas. La indicación para niños (de 4 a 12 años de edad) está limitada a aquellos que estén supervisados por un cuidador que tenga por lo menos 18 años de edad. ²

El sensor, aplicado en la parte posterior del brazo, mide la glucosa presente en el líquido intersticial (una fina capa de líquido que rodea las células de los tejidos por debajo de la piel). Esto es diferente a la monitorización tradicional de glucosa en sangre, que requiere de un medidor de glucosa y tiras reactivas para medir los niveles de glucosa en la sangre.

Para obtener el histórico completo de la glucosa se ha de escanear el sensor por lo menos 1 vez cada 8 horas.

¿Cuándo hay menos correlación entre glucosa capilar e intersticial?

- Hipoglucemia.
- Si hay cambios rápidos de glucosa
- Después de comer.
- Hiperglucemia.

- Tras una dosis de insulina o realizar ejercicio.
- Valores extremos.

Aplicación del sensor:

Se selecciona una zona en la parte posterior del brazo (nota: evitar cicatrices, lunares, estrías, bultos y zonas de inyección de insulina. Para prevenir la irritación cutánea, rote las zonas entre aplicaciones).

Se limpia la zona de aplicación con una toallita con alcohol. Si la zona está sucia, con grasa o sudor, limpiar con agua y jabón, y si presenta mucho vello rasurar. Esperar a que se seque para que el sensor se adhiera.

Duración del sensor: hasta 14 días. Es recomendable rotar la aplicación del sensor entre ambos brazos.

El sensor es estable durante 14 días sin necesidad de calibración con pinchazos en los dedos.

El sistema está diseñado para utilizarse en lugar de las pruebas de glucosa en sangre para la autogestión de la diabetes, salvo en los siguientes casos:

- Durante los períodos en que los niveles de glucosa estén cambiando rápidamente.
- Para confirmar un estado de hipoglucemia o de hipoglucemia inminente notificado por el sensor.
- Si los síntomas no concuerdan con la lectura del sensor.

Interpretación de lecturas de glucosa:

1. Presente: glucosa actual
2. Pasado: histórico 8 horas.
3. Futuro: flecha de tendencia de glucosa.

Figura 2: Interpretación de lecturas de glucosa



Situaciones especiales (hiper/hipo):

- Hipoglucemia: lectura es <70 mg/dl durante más de 15 minutos.
- Hiperglucemia: realizar comprobación de cuerpos cetónicos (si lectura >240 mg/dl).

Aplicaciones:

- ✚ Freestyle LibreLink: única aplicación móvil autorizada por Abbott que permite monitorizar tu glucosa utilizando un Smartphone Android y un sensor Freestyle libre.
- ✚ LibreLinkUp: aplicación que permite compartir tus lecturas de glucosa con los profesionales sanitarios, cuidadores o seres queridos (hasta con 20 personas).

Informes del lector Freestyle Libre:

El lector contiene 7 informes.

Se acceden a través del icono Revisar historial de la pantalla de inicio.³



Figura 3: Pantalla principal del lector Freestyle libre

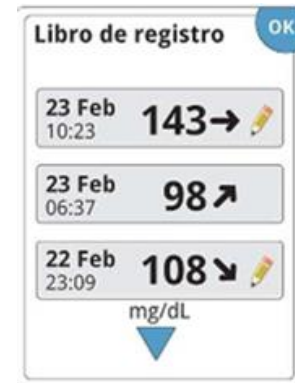
1. Libro de registro:

Se crea una entrada cuando el paciente comprueba la glucosa, realiza una lectura de la glucosa en sangre o lleva a cabo un análisis de cuerpos cetónicos.

El icono en forma de lápiz muestra que se ha añadido una nota. El libro de registro recoge otras entradas, como los mensajes de hiper o hipoglucemia y los cambios de hora y fecha.

Las entradas del libro de registro pueden editarse en los 15 minutos siguientes a la comprobación de los resultados glucémicos.

El paciente puede usar la sección Notas para registrar sucesos tales como la comida ingerida o la insulina administrada.

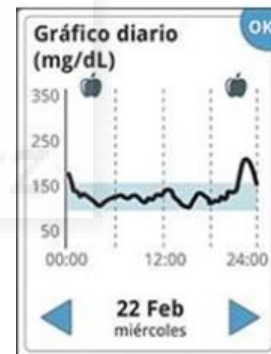


2. Gráfico diario:

Presenta un resumen de las lecturas de glucosa del día.

Los pacientes pueden ver con qué frecuencia se encuentran sus cifras de glucosa dentro del objetivo.

Se pueden pulsar las flechas para moverse hacia delante o hacia atrás en la pantalla del lector y ver los resultados de los días anteriores.



3. Glucosa promedio:

Este informe muestra el promedio de las lecturas de glucosa durante 4 periodos distintos del día, de 6 horas cada uno, junto al promedio global, situado en la parte superior.

Las lecturas por encima o por debajo del objetivo aparecen en naranja, mientras que las situadas dentro del intervalo deseado se muestran en azul.

Este informe del lector puede mostrar los patrones de los últimos 7, 14, 30 y 90 días.



4. Patrones diarios:

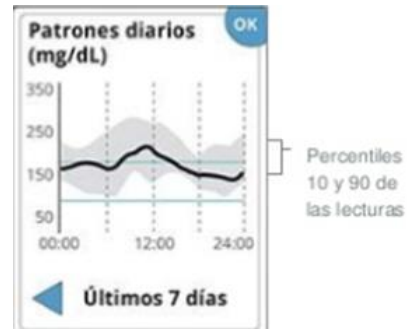
Este informe muestra la variabilidad de los niveles de glucosa y cuándo se encuentran las lecturas dentro del objetivo recomendado.

Las franjas horizontales definen el objetivo glucémico configurado.

La línea negra indica la mediana de glucosa: el 50% de las lecturas están por encima y el 50% por debajo de esta línea.

La zona gris muestra donde se sitúan el 80% de las lecturas de glucosa entre los percentiles 10 y 90.

Este informe del lector puede mostrar los patrones de los últimos 7, 14, 30 y 90 días.



5. Periodo en objetivo:

Este informe muestra el porcentaje de tiempo que las lecturas de glucosa estuvieron por encima o por debajo del objetivo fijado.

Muestra el porcentaje de tiempo por encima, por debajo o dentro del intervalo glucémico que aparece en la parte inferior del informe.

Este informe del lector puede mostrar los patrones de los últimos 7, 14, 30 y 90 días.



6. Sucesos de glucosa baja (episodios de hipoglucemia):

El número total de episodios de hipoglucemia se muestra en forma de gráfico de barras, que representa el número de episodios de hipoglucemia en 4 momentos distintos del día.

Los episodios de hipoglucemia se registran cuando las lecturas de glucosa están por debajo de 70 mg/dl durante más de 15 minutos.

Este informe del lector puede mostrar los patrones de los últimos 7, 14, 30 y 90 días.



7. Uso del sensor:

Este informe resume el uso del sensor durante un periodo de tiempo.

Muestra el porcentaje de datos de glucosa que se ha captado.

Este informe aporta contexto a los otros.

El mayor porcentaje de datos captados por el sensor se correlaciona con la frecuencia de las lecturas y ayuda también a confiar en los demás informes.

Este informe del lector puede mostrar los patrones de los últimos 7, 14, 30 y 90 días.



5. MHEALTH.

En las dos últimas décadas los dispositivos móviles han supuesto una revolución. Con la llegada de los Smartphones en nuestro día a día y el uso generalizado de las tabletas vivimos un cambio que afecta a muchos aspectos de nuestra vida cotidiana. Existen múltiples motivos que parecen estar vinculados a este gran éxito de los terminales móviles: buena penetración que han tenido en el mercado, la rápida aceptación por la mayor parte de la sociedad y su uso generalizado. Otro de los grandes hitos que han marcado los últimos 10 años ha sido la posibilidad de acceder a internet a través de estos dispositivos. Esto ha permitido que el acceso a la información se pueda hacer independientemente de la ubicación que uno tenga: en la calle, en el trabajo, en el tren... Estamos accesibles y tenemos todo accesible a golpe de clic.

Como es normal, el mundo de la salud no está al margen de estos cambios. Es más, han ido surgiendo paralelos al concepto de “web 2.0” el de “salud 2.0” y como parte de ésta última, el de “m-salud”.

Todas estas tecnologías que han ido surgiendo vinculadas a dispositivos móviles y que están de una u otra forma relacionadas con el ámbito de la salud forman parte de la *eHealth*, pero como entidad propia que recibe el nombre de *mHealth*.

¿Qué se entiende por *mhealth*?

Para responder a esta pregunta recurrimos a las definiciones que aportan algunos organismos e instituciones vinculados al mundo de la e-salud.

1. Según la OMS: “*mHealth* es la práctica de la medicina y la salud pública soportada por dispositivos móviles como teléfonos móviles, dispositivos de monitorización de pacientes, asistentes personales digitales y otros dispositivos inalámbricos.” Además concluye: “la *mHealth* es un componente de la *eHealth*”.
2. Según HIMSS (*Healthcare Information and Management Systems Society*= Sociedad de Sistemas de Información y Gestión de la Salud): “*mHealth* es el rápido crecimiento de la práctica de la medicina y la salud pública soportada por dispositivos móviles”.

3. Según HRSA (*Health Resources and Services Administration*= Administración de Recursos y Servicios de Salud): “*mHealth* es el uso de dispositivos móviles e inalámbricos para mejorar los resultados en salud, los servicios socio-sanitarios y la investigación en salud”.

Por tanto, la *mHealth* es aquella parte de la *eHealth* (salud electrónica/e-salud) que trata de la aplicación de sistemas móviles en relación a la salud.

Este uso de los sistemas móviles puede ir desde la prevención, el diagnóstico hasta el tratamiento. También es utilizado como medio de comunicación entre compañeros o entre médicos-pacientes y también de paciente a paciente.

Revolución en la asistencia sanitaria.

La introducción del concepto de *mHealth* está marcando el comienzo de una revolución en la asistencia sanitaria. Esta (re)evolución debe integrar las 4 “P” de la Salud Móvil: Predictiva, preventiva, personalizada y participativa.

Formas tangibles de evidenciar esta (re)evolución en la sanidad 2.0:

1. Están surgiendo nuevas formas de comunicación entre pacientes y profesionales (mensajes de texto vía móvil, correo electrónico, video llamadas, etc.).
2. El aumento constante de aplicaciones para teléfonos móviles (apps) ofrece nuevas herramientas al servicio del profesional (soluciones para registros clínicos, calculadoras médicas, herramientas de consulta rápida).
3. Los pacientes cada vez se involucran más en su proceso asistencial, de modo que se hacen expertos en su patología pudiendo llevar a cabo la monitorización de signos o síntomas, que son seguidos y transmitidos vía electrónica al médico. De esta forma finalmente puede tomar de forma conjunta con el profesional las decisiones sobre su proceso asistencial.

Con todo este entramado nos estamos dirigiendo a un sistema de salud donde los médicos no solo recetarán medicamentos, sino también indicarán el uso de aplicaciones personalizadas que permitan orientar al paciente hacia una participación más directa en el cuidado de su salud. Si bien la “prescripción” de

aplicaciones pueda parecer a priori algo futurista, hay indicios claros de esta tendencia.

La *mHealth* se está convirtiendo en uno de los pilares básicos de la sanidad en todas partes, incluidos los países en vías de desarrollo. Y está ocurriendo porque facilita una mejora en la calidad asistencial, una mayor eficacia y un importante ahorro en costes sanitarios.

Las aplicaciones móviles vinculadas a la salud tienen el potencial de llegar al público general, abordar necesidades específicas y complementar otros desarrollos tecnológicos.

El mercado está evolucionando rápidamente, por lo que existe un sin número de nuevas tecnologías móviles potencialmente disponibles para el sistema de atención de salud. ⁴

Utilidades en pacientes con Diabetes Mellitus:

- Incrementar la capacidad de autogestión del paciente.
- Facilitar el proceso de toma de decisiones para cálculo de dosis de insulina.
- Ayudar a modificar estilo de vida.
- Mejorar la comunicación entre pacientes, familiares y profesionales de la salud.

6. EJEMPLOS DE APLICACIONES DE SALUD MÓVIL PARA DIABÉTICOS.

Las aplicaciones móviles para ayudar al paciente a controlar la diabetes superan más del millar. Sin embargo, pocas cuentan con un sello de calidad que garantice la seguridad del paciente. Por ello, desde Saludigital.es han recopilado alguna de las mejores aplicaciones móviles recomendadas por profesionales sanitarios, asociaciones de pacientes, reconocidas como producto sanitario seguro o premiadas por expertos. ⁵

FEDEDIABETES

Es una aplicación móvil creada por la Federación de Diabéticos Españoles (FEDE). Funciona como una herramienta adicional, pero nunca excluyente de los consejos y prescripciones de su médico. El objetivo de esta aplicación es llevar un control adecuado de la diabetes tanto para tipo 1 como tipo 2, pero está especialmente orientada al público más joven. Así, motiva a los pacientes con diabetes tipo 2 a realizar ejercicio físico y seguir pautas adecuadas de alimentación. Cuenta con un diario donde se puede incluir la información del paciente sobre la medicación, valores de glucemia, peso, tensión y citas con el profesional sanitario. También permite registrar el tiempo y la intensidad del ejercicio que se practica, los alimentos consumidos durante el día o una agenda donde consultar información sobre eventos, charlas o actividades relacionadas con la diabetes que pueden ser de utilidad para el paciente. Está disponible para IOs.



Figura 4: Imágenes de la aplicación FEDEDIABETES

SOCIAL DIABETES

Es un sistema para la autogestión de la diabetes tipo 1 y tipo 2. La aplicación permite llevar un control exhaustivo de la enfermedad, desde un registro de la dieta del paciente, la cantidad de insulina necesaria, revisión del nivel de glucosa, calculador de insulina, de carbohidratos, base de datos de alimentos, un diario digital para registrar todos los datos personales, alertas y recomendación e incluso contar con teleasistencia médica en su versión *premium*. Se trata de una aplicación que cumple con las exigencias de seguridad y calidad y ha sido premiada como la mejor App de salud por la UNESCO-WSA y ganadora del *International Mobile Premier Awards* en el *Mobile World Congress* de Barcelona. Está disponible para los y Android.

ONE DROP

Aplicación premiada por la Fundación Isys como la segunda mejor aplicación de salud 2018 para pacientes. También ayuda al paciente a manejar y controlar la diabetes, tanto tipo 1 como tipo 2. Así, contiene todo el historial de mediciones de glucosa del paciente, monitoriza la actividad física que realiza e incluye los carbohidratos consumidos. Esta aplicación norteamericana está traducida a 9 idiomas. En la web detallan los estudios clínicos que ha llevado a cabo la compañía sobre su utilidad. Asimismo, genera informes y gráficos para compartir con el proveedor de atención médica. La app está disponible tanto para los como para Android.

ONHEALTH

Esta app destinada a personas con diabetes tipo 1. En este caso, la app ha sido creada por el Servicio de Endocrinología del Hospital Galdakao-Usansolo (HGU), en País Vasco. De hecho, su diseño contó con la colaboración de pacientes tratados en el servicio. Para su elaboración se ha tenido en cuenta los objetivos de control recomendados por la *American Diabetes Association* (ADA). Incluye el registro de glucemias, carbohidratos e insulinas en 7 tomas, la opción de crear y guardar tus propios menús, buscador de alimentos y cálculo de carbohidratos, histórico de mediciones de carbohidratos e insulina, alarmas ante

descompensaciones agudas (hipo e hiper glucemias), avisos ante la desviación de objetivos glucémicos con opción de ampliación de información y el cálculo de medias de glucemias según los registros y representación, mediante emoticonos, de los índices de HbA1c (hemoglobina glicosilada). Disponible para ios y Android, fue actualizada por última vez en enero de 2017.

MYSUGR

Es un diario de registros para pacientes con diabetes tipo 1 y tipo 2. Monitoriza la dieta, gestiona la dosis de insulina y mantiene el control sobre la diabetes, entre otras funciones. También premiada por la Fundación Isys como la cuarta mejor app de 2018 para pacientes, es un dispositivo médico registrado de clase de riesgo 1 en Estados Unidos y la Unión Europea. Disponible para ios y Android.



7. OBJETIVOS

Las intervenciones de salud móvil basadas en aplicaciones de teléfonos inteligentes son herramientas prometedoras para ayudar a mejorar la atención y la autogestión de la diabetes; sin embargo, se necesita más evidencia sobre la eficacia de *mHealth* en el cuidado de la diabetes. El presente trabajo de fin de grado tiene por objeto realizar una revisión bibliográfica de artículos que analicen la eficacia, la evidencia económica, la autogestión de la Diabetes Mellitus a través de las aplicaciones de salud móvil (*mhealth*).

8. MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se ha llevado a cabo realizando una búsqueda bibliográfica utilizando la base de datos Pubmed. Para ello se introdujeron los siguientes términos “Diabetes” y “*mhealth*” como criterios de búsqueda.

Debido a la gran cantidad de artículos disponibles (260) se acotó la búsqueda utilizando filtros. En este caso los filtros utilizados han sido para obtener documentos de revisión (review), estudios observacionales, meta-análisis y que sean en inglés. Después de aplicar estos filtros han quedado 62 artículos.

Se han excluido 52 debido a que la población era inapropiada. Se han analizado los 10 artículos restantes.

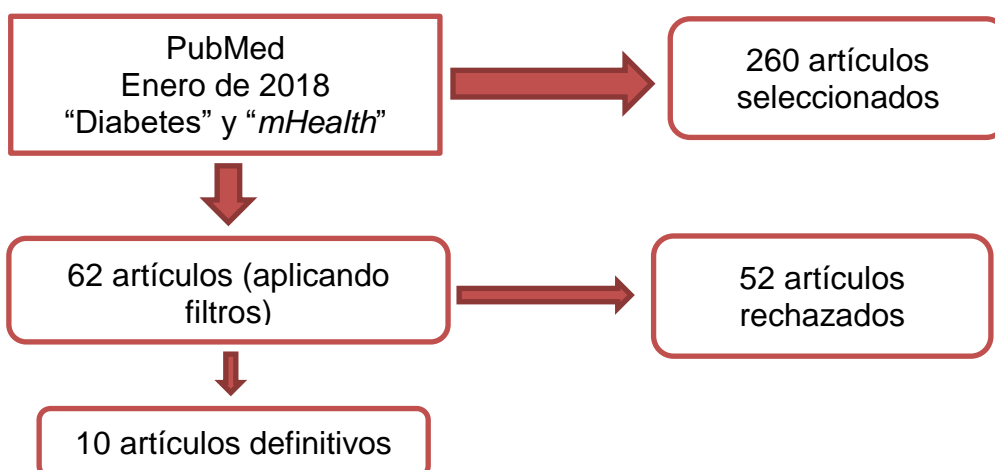


Figura 5: Diagrama de flujo de la estrategia de búsqueda del procedimiento de revisión

9. RESULTADOS

En comparación con los primeros teléfonos móviles, los teléfonos inteligentes y las tabletas actuales ofrecen una amplia gama de funcionalidades. En los últimos años se han desarrollado muchas aplicaciones de salud móvil (*mHealth*) para apoyar el autocontrol en las personas con Diabetes Mellitus, las aplicaciones móviles se usan cada vez más en la gestión de diversas tareas en la vida cotidiana. Dentro del sector de la atención médica, las aplicaciones están respaldando la gestión de enfermedades, promoviendo la conciencia y el bienestar de la salud. Específicamente, se han desarrollado muchas aplicaciones para ayudar a las pacientes a controlar la Diabetes Mellitus.

Arnhold M et al llevan a cabo una revisión de todas las aplicaciones de salud móvil disponibles de diabetes para iOS y Android, y realiza un análisis de las funciones, grupos de usuarios objetivo, idiomas, costes, calificaciones, y además examina si las aplicaciones disponibles satisfacen las necesidades especiales de los pacientes con diabetes de 50 años o más realizando una evaluación de usabilidad basada en expertos basada en un 10% de aplicaciones para la diabetes. El número de aplicaciones de diabetes lanzadas aumentó considerablemente en los últimos años, de 6 a 267.

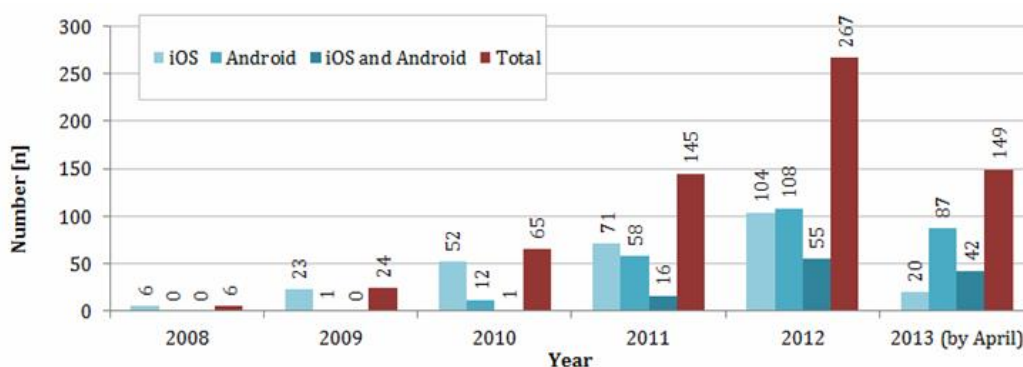


Figura 6: Cifras de publicación anual para aplicaciones de diabetes

En total, esta revisión ha analizado 656 aplicaciones, y se ha encontrado que 355 sólo ofrecían una función, el idioma que predomina es el inglés (96%) y la mayoría de aplicaciones son gratuitas (53.7%). La media de calificaciones fue de

3.6 estrellas (sobre 5). Para la evaluación de usabilidad se analizaron 66 aplicaciones de las 656: 29 aplicaciones disponibles exclusivamente para el sistema operativo iOS, 28 aplicaciones disponibles exclusivamente para el sistema operativo Android y 9 aplicaciones disponibles para ambos sistemas operativos. En promedio, las aplicaciones se calificaron mejor con respecto al criterio “comprensibilidad” (4 de 5), mientras que mostraron una falta de “tolerancia a fallas” (2.8 de 5). 48 de ellas ofrecieron la capacidad de leer el contenido de la pantalla en voz alta. El número de funciones fue significativamente negativo correlacionado con la usabilidad. Se llegó a la conclusión de que pacientes y médicos deberían participar en el proceso de desarrollo de las aplicaciones para abordar la falta de usabilidad y la orientación de las necesidades de los principales diabéticos del grupo objetivo en mayor medida ya que existen muchas aplicaciones para la diabetes, pero la mayoría ofrece funciones similares y combina solo una o dos funciones en una sola aplicación. La usabilidad de las aplicaciones de diabetes para pacientes de 50 años o más fue de moderada a buena, pero este resultado es debido a que las aplicaciones ofrecen una pequeña gama de funciones, las aplicaciones multifuncionales funcionaron peor en términos de usabilidad. ⁶

Martín-Vaquero P et al llegaron a la conclusión de que los análisis de coste-efectividad y coste-utilidad son necesarios para establecer prioridades y permitir tomar decisiones de gestión sanitaria, que en el caso de enfermedades tan prevalentes como la diabetes, tienen repercusiones directas en el gasto sanitario. ⁷

En cuanto a la eficacia y efectividad de estas aplicaciones he encontrado varios artículos, en uno de ellos se realizó una exhaustiva búsqueda en varias bases de datos para identificar las revisiones sistemáticas relevantes publicadas entre enero de 1996 y diciembre de 2015. La búsqueda inicial produjo 989 de las cuales excluyeron casi el total ya que no cumplían con sus requisitos de inclusión. Al final sólo 15 revisiones sistemáticas fueron elegidas para su inclusión publicadas entre 2008 y 2014, eran de naturaleza diversa y utilizaban

una amplia gama de innovaciones tecnológicas, incluidos mensajes de texto (SMS), aplicaciones móviles, medidores de glucosa con Bluetooth, así como sitios web/portales web seguros a los que se podía acceder mediante el dispositivo móvil de los participantes para la entrada de datos y el apoyo del paciente. Llegaron a la conclusión, centrándose en las revisiones sistemáticas que ofrecían la evidencia más directa, que, en promedio, las intervenciones *mHealth* mejoran el control glucémico (hemoglobina glicosilada) en comparación con la atención estándar u otros enfoques no médicos hasta en un 0,8% para pacientes con diabetes tipo 2 y 0,3% para pacientes con diabetes tipo 1, al menos a corto plazo. En resumen, las intervenciones *mHealth* representan un enfoque prometedor para el autocontrol de la diabetes. ⁸

Whitehead L et al, llevaron a cabo una revisión sistemática para evaluar la efectividad de estas aplicaciones en la autogestión de los síntomas clave de las afecciones a largo plazo (diabetes mellitus, enfermedades cardiovasculares y enfermedades pulmonares crónicas desde 2005 a 2016). 6 de las 9 revisiones que llevaron a cabo demostraron una mejoría estadísticamente significativa en la medida primaria del resultado clínico.

Condición a largo plazo	Efecto significativo, n	Efecto no significativo, n	Total, n
Diabetes Mellitus tipo 1	2	0	2
Diabetes Mellitus tipo 2	2	1	3
Enfermedad cardiovascular	0	1	1
Enfermedad pulmonar crónica	2	1	3
Total de resultados clínicos	6	3	9

Tabla 1: Eficacia de las intervenciones que usan aplicaciones para teléfonos móviles y tabletas en resultados clínicos primarios (n=9).

Se llegó a la conclusión de que el uso de las aplicaciones *mHealth* tiene el potencial de mejorar los resultados de salud entre las personas que viven con enfermedades crónicas mediante un mejor control de los síntomas. ⁹

Cui M et al realizaron una revisión sistemática y un metanálisis de ensayos controlados aleatorizados (ECA) para evaluar el efecto de las aplicaciones de *mHealth* sobre los cambios en la hemoglobina glicosilada, glucosa en sangre, presión arterial, lípidos séricos y peso corporal en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. Dos revisores independientes realizaron búsquedas en 3 bases de datos (PubMed, la Biblioteca Cochrane y EMBASE), se obtuvieron 2.596 artículos publicados entre 2005 y 2016, de los cuales se incluyeron 13 ECA. Llegaron a la conclusión de que las aplicaciones de autogestión basadas en teléfonos móviles / teléfonos inteligentes parecen tener beneficios moderados sobre el control glucémico con un efecto combinado sobre la reducción de hemoglobina glicosilada, lo que indica que la aplicación *mHealth* podría mejorar la glucemia de los pacientes con diabetes mellitus tipo 2. Aunque no hubo impacto clínico relevante sobre la presión arterial, los lípidos séricos o el peso, el efecto de estos resultados debería explorarse más en ensayos futuros.

Se deben diseñar más aplicaciones de *mHealth* aplicables, y se necesitan estudios más rigurosos para explorar más a fondo los aspectos del autocontrol de la diabetes que pueden incorporarse a la práctica clínica.

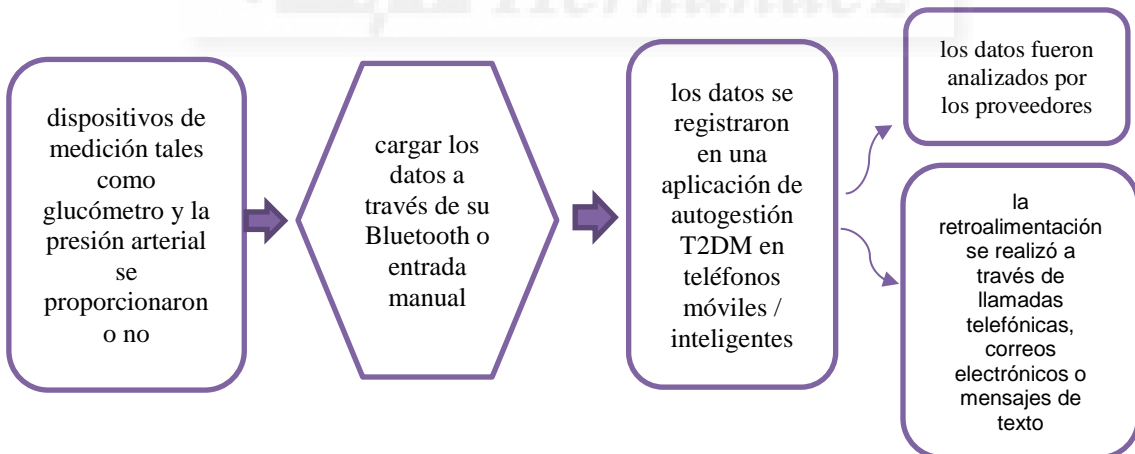


Figura 7: Un modelo para demostrar cómo funcionan las aplicaciones de autogestión.

Teniendo en cuenta la aplicación de la tecnología nueva y avanzada a la práctica clínica, es importante aumentar la conciencia de los pacientes sobre las consecuencias potenciales de la enfermedad grave sin una buena autogestión y

de los diversos tipos de aplicaciones de teléfonos inteligentes con posibles beneficios para la salud. ¹⁰

Iribarren SJ et al demostraron que *mHealth* mejora los resultados de salud al aumentar eficaz y efectivamente el conocimiento del paciente sobre una enfermedad o condición, mejorando la comunicación paciente-proveedor, mejorando la coordinación a través del cuidado multidisciplinario de equipos que mejoran la calidad de la prestación de la atención o brindando apoyo social a quienes se someten a regímenes de tratamiento desafiantes de enfermedades estigmatizadoras. ¹¹

Klonoff DC revisó estudios de efectividad clínica de estas aplicaciones. Se incluyeron 20 estudios. 10 de los 13 estudios de diabetes tipo 2 y 4 de los 7 estudios sobre diabetes tipo 1. Llegaron a la conclusión de que *mHealth* genera beneficios, pero se necesitan estudios de mayor calidad con un mejor estándar de notificación. No hay suficiente evidencia de apoyo clínico y económico en este momento para mostrar de forma realista que este enfoque sea económicamente atractivo, aunque *mHealth* es una de las tecnologías emergentes que ahora está transformando la atención médica. ¹²

Por otro lado, usamos el término "*mAdherence*" para referirnos a cualquier uso de herramientas de *mHealth* por parte de pacientes y proveedores de servicios de salud para mejorar la adherencia al manejo de enfermedades crónicas. La adherencia al manejo de enfermedades crónicas es fundamental para lograr mejores resultados de salud, calidad de vida y atención de salud rentable. A medida que la carga de las enfermedades crónicas continúa creciendo a nivel mundial, también lo hace el impacto de la no adhesión. Es por esto que en otro artículo se lleva a cabo una revisión sistemática de la literatura para evaluar la efectividad de *mHealth* para apoyar la adherencia de los pacientes al manejo de enfermedades crónicas (las incluidas en este artículo son diabetes mellitus, enfermedades cardiovasculares y enfermedades pulmonares crónicas) y la usabilidad, viabilidad y aceptabilidad de las herramientas y plataformas de *mAdherence* en el manejo de enfermedades crónicas entre pacientes y

proveedores de salud. Se realizan búsquedas en bases de datos (PubMed, Embase y EBSCO) desde 1980 hasta mayo de 2014. Sólo se incluyeron artículos que informaron que la intervención de *mAdherence* se diseñó para la prevención secundaria dirigida a pacientes con enfermedades crónicas. Cumplieron los criterios de inclusión 107 artículos, de los cuales 67 eran sobre la diabetes. Se llegó a la conclusión de que SMS es la herramienta de *mHealth* que se usa con más frecuencia y lo podemos comprobar en este gráfico.

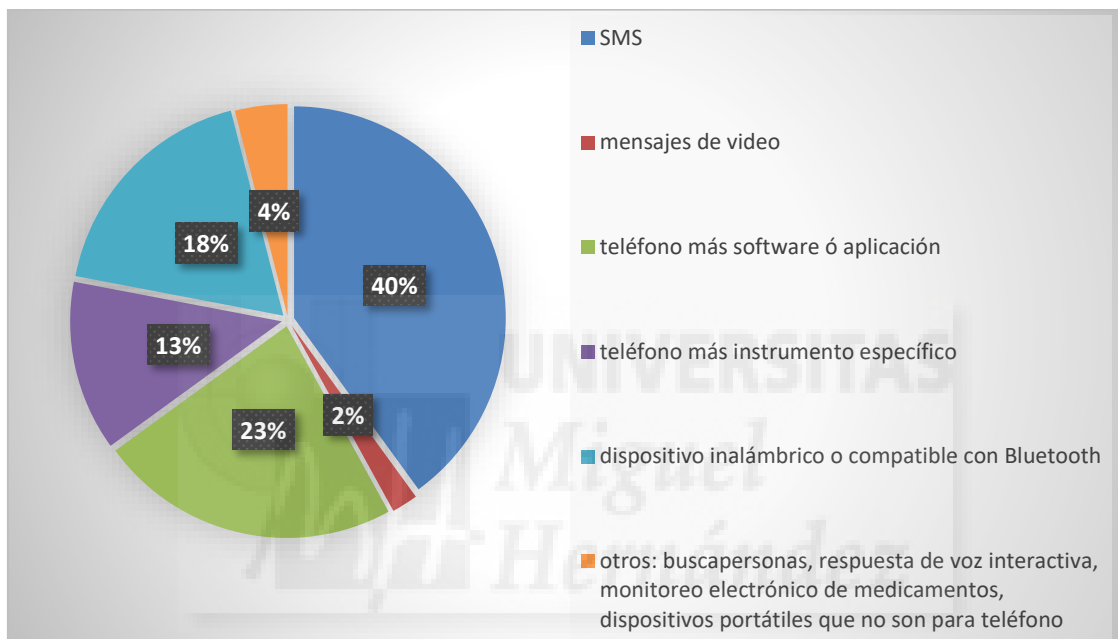


Figura 8: Tipos de herramientas móviles utilizadas en *mAdherence*

Hamine S et al demostraron que *mAdherence* es una herramienta potencial de alto impacto para mejorar los resultados de salud entre las personas que viven con enfermedades crónicas a través de un mejor cumplimiento del tratamiento. Existe la posibilidad de que las herramientas *mHealth* faciliten la adherencia al manejo de enfermedades crónicas, pero la evidencia que respalda su efectividad actual es mixta. La investigación adicional debe centrarse en la comprensión y la mejora de cómo las herramientas de *mHealth* pueden superar las barreras específicas a la adherencia. ¹³

Holmen H et al revisaron sistemáticamente estudios cuyo fin era evaluar la comunicación integrada en aplicaciones móviles para obtener retroalimentación

personalizada entre pacientes con diabetes y personal de atención médica en cuanto a características del estudio, funciones, resultados del estudio, efectos y calidad metodológica. Buscaron en varias bases de datos en el período de 2008 a 2016. Identificaron 2822 citas, pero al final sólo se incluyeron 6 artículos en esta revisión sistemática, que informaron datos de 431 personas que participaron en ensayos pequeños de corta duración. Después de observar los resultados llegaron a la conclusión de que esta revisión sistemática destaca la necesidad de más ensayos de mayor calidad metodológica. Pocos estudios ofrecen una función integrada para la comunicación y la retroalimentación del personal de atención médica, y el campo de investigación representa un área de heterogeneidad con pocos estudios de calidad metodológica altamente rigurosa. Esto, junto con un bajo número de participantes y un breve seguimiento, hace que sea difícil proporcionar evidencia confiable de los efectos para las partes interesadas. Las aplicaciones móviles formarán parte del sistema de atención médica en el futuro, por lo tanto, se requiere una investigación sólida en esta área para tomar las decisiones correctas para el paciente, el sistema de atención médica y la sociedad. ¹⁴

El autocontrol inadecuado de la glucemia y la presión arterial entre los pacientes con diabetes tipo 2 se asocian con hiperglucemia crónica posterior, complicaciones microvasculares y cardiopatía ¹⁵. Aunque la administración de la atención mejora los resultados ¹⁶, tales servicios dependen de personal escaso para proporcionar monitoreo entre visitas y educación del paciente ¹⁷. Los servicios de salud móvil (*mHealth*), incluidas las llamadas de respuesta de voz interactiva (IVR) en las que los pacientes responden a solicitudes automáticas, pueden ayudar a abordar estas barreras para la administración efectiva de la atención ^{18,19}. Es por esto que el objetivo de otro de los estudios fue caracterizar los cambios en el autocontrol de la diabetes y la angustia psicológica asociados con un programa de apoyo de autogestión de respuesta de voz interactiva (IVR) de salud móvil. Durante 3 a 6 meses, 301 pacientes recibieron llamadas semanales de IVR para evaluar el estado de salud y el autocuidado y a la vez proporcionaban mensajes de apoyo de autogestión pregrabados a medida. Los

pacientes podían participar junto con un cuidador informal que recibía sugerencias sobre el apoyo de autocontrol, y los médicos de los pacientes recibían una notificación automática cuando los pacientes informaban algún problema significativo. Concluyeron que el programa combinado de telemonitorización automatizada, notificación a los médicos y participación informal del cuidador se asoció con mejoras constantes en el cumplimiento de la medicación, conductas de autocontrol de la diabetes, el funcionamiento físico y la angustia psicológica. ²⁰



Figura 9: Aplicación mHealth para Diabetes. ²¹

10. LIMITACIONES

El presente trabajo presenta limitaciones que merecen ser reconocidas. Debido al elevado número de resultados de la búsqueda inicial tuvimos que acotar la misma con los filtros mencionados. Además, realizamos la búsqueda en el principal portal de búsqueda bibliográfica de la investigación sanitaria, Pubmed, pero no realizamos una búsqueda en un portal del ámbito de la ingeniería o de la informática. Por todo ello no descartamos que exista alguna aplicación *mhealth* que no hayamos podido valorar. Sin embargo, la búsqueda ha sido extensa y los resultados alentadores, por lo que pensamos que el trabajo recoge las principales herramientas *mhealth* que tienen evidencia hasta la fecha.

11. CONCLUSIONES

La revisión bibliográfica llevada a cabo ha permitido conocer las aplicaciones móviles de salud que apoyan el autocontrol de las personas con diabetes. Estas aplicaciones se usan cada vez más en la gestión de diversas tareas en la vida cotidiana, se están convirtiendo en unos de los pilares básicos de la sanidad en todas partes. Y está ocurriendo porque facilita una mejora en la calidad asistencial, una mayor eficacia y un importante ahorro en costes sanitarios.

En resumen, las intervenciones *mHealth* representan un enfoque prometedor para el autocontrol de la diabetes, ya que mejoran el control glucémico. Sin embargo, se requiere una investigación más sólida en esta área para tomar las decisiones correctas para el paciente, el sistema de atención médica y la sociedad.

12. BIBLIOGRAFÍA

1. <https://www.vitonica.com/enfermedades/la-curiosa-historia-de-la-diabetes-de-los-antiguos-egipcios-al-siglo-xxi>
2. http://www.freestylediabetes.es/media/files/decalogo_sistema_flash_de_monitorizacion_de_glucosa_freestyle_libre.pdf. (s.f.).
3. <http://www.educadies.com/2017/10/04/nueva-tecnologia-p`Para-medir-la-glucosa-freestyle-libre-mi-experiencia/>. (s.f.).
4. <http://www.espididoctor.com/que-es-la-mhealth/>. (s.f.)
5. https://www.consalud.es/saludigital/103/las-mejores-apps-de-diabetes_48225_102.html. (s.f.).
6. Arnhold M, Quade M, Kirch W. Mobile applications for diabetics: a systematic review and expert-based usability evaluation considering the special requirements of diabetes patients age 50 years or older. *J Med Internet Res*. 2014;16(4): e104.
7. Martín-Vaquero P, Martínez-Brocca MA, García-López JM; Grupo de Trabajo de Nuevas Tecnologías de la Sociedad Española; Grupo de Diabetes de la Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición; Sociedad Española de Endocrinología Pediátrica. Position statement on efficiency of technologies for diabetes management. *Endocrinol Nutr*. 2014;61(10): e45-63.
8. Kitsiou S, Paré G, Jaana M, Gerber B. Effectiveness of *mHealth* interventions for patients with diabetes: An overview of systematic reviews. *PLoS One*. 2017 Mar 1;12(3): e0173160.
9. Whitehead L, Seaton P. The Effectiveness of Self-Management Mobile Phone and Tablet Apps in Long-term Condition Management: A Systematic Review. *J Med Internet Res*. 2016;18(5): e97.
10. Cui M, Wu X, Mao J, Wang X, Nie M. T2DM Self-Management via Smartphone Applications: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One*. 2016;11(11): e0166718.
11. Iribarren SJ, Cato K, Falzon L, Stone PW. What is the economic evidence for *mHealth*? A systematic review of economic evaluations of *mHealth* solutions. *PLoS One*. 2017;12(2): e0170581.
12. Klonoff DC. The current status of *mHealth* for diabetes: will it be the next big thing? *J Diabetes Sci Technol*. 2013 ;7(3):749-58.

13. Hamine S, Gerth-Guyette E, Faulx D, Green BB, Ginsburg AS. Impact of *mHealth* chronic disease management on treatment adherence and patient outcomes: a systematic review. *J Med Internet Res*. 2015;17(2): e52.
14. Holmen H, Wahl AK, Cvancarova Småstuen M, Ribu L. Tailored Communication Within Mobile Apps for Diabetes Self-Management: A Systematic Review. *J Med Internet Res*. 2017;19(6): e227.
15. Alberti KG, Zimmet PZ. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation. *Diabet Med*. 1998 ;15(7):539-53.
16. Anderson RM, Funnell MM, Aikens JE, Krein SL, Fitzgerald JT, Nwankwo R, Tannas CL, Tang TS. Evaluating the Efficacy of an Empowerment-Based Self-Management Consultant Intervention: Results of a Two-Year Randomized Controlled Trial. *Ther Patient Educ*. 2009;1(1):3-11.
17. Piette JD. Moving diabetes management from clinic to community: development of a prototype based on automated voice messaging. *Diabetes Educ*. 1997;23(6):672-80.
18. Schwartz S. What works. IVR system helps diabetes center triple patient load; increases care level. *Health Manag Technol*. 1998;19(9):41.
19. Piette JD. Interactive behavior change technology to support diabetes self-management: where do we stand? *Diabetes Care*. 2007;30(10):2425-32.
20. Aikens JE, Rosland AM, Piette JD. Improvements in illness self-management and psychological distress associated with telemonitoring support for adults with diabetes. *Prim Care Diabetes*. 2015;9(2):127-34.
21. <https://socialmediasalud.com/2017/11/13/tecnologias-esalud-para-control-de-la-diabetes/>