

# App móvil para el seguimiento continuo de la hipertensión y mejora de la adherencia al tratamiento.

A. De Ramón Fernández<sup>1</sup>, D. Ruiz Fernández<sup>1</sup>, D. Marcos Jorquera<sup>1</sup>, V. Gilart Iglesias<sup>1</sup>,  
V. Vives Boix<sup>1</sup>, A. Sanjuan Quiles<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Tecnología Informática y Computación, Universidad de Alicante, San Vicente del Raspeig, España, {aderamon, druiz, dmarcos, vgilart, vvives}@dtic.ua.es

<sup>2</sup> Departamento de Enfermería, Universidad de Alicante, San Vicente del Raspeig, España, angela.sanjuan@ua.es

## Resumen

*La gestión y tratamiento de las enfermedades crónicas y más concretamente de la hipertensión, supone un auténtico desafío para las autoridades sanitarias. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), uno de cada cinco adultos en todo el mundo tiene niveles de presión arterial elevados y esto está directamente relacionado con la mitad de las muertes causadas por infarto o cualquier otro tipo de enfermedad cardíaca. Un adecuado seguimiento de los niveles de presión arterial y cambios en el estilo de vida puede ayudar a reducir y prevenir los riesgos de esta enfermedad. En este estudio, se presenta una app móvil que permite, a través de dispositivos inalámbricos, la integración de información clínica relevante para la autogestión de la hipertensión por parte del paciente. El objetivo principal es conseguir que el paciente se implique de forma activa en el seguimiento de su enfermedad, mejorando su empoderamiento y personalizando un tratamiento que mejore su adherencia al mismo y su calidad de vida.*

superadas. Debido a restricciones presupuestarias, en muchos sistemas públicos de salud el tiempo de atención que el médico puede prestar al paciente es limitado. Esto puede provocar que el paciente se sienta frustrado al ver limitado su tiempo de consulta, percibiendo una equivocada sensación de desinterés por parte del facultativo. Aunque un médico dispone de los conocimientos suficientes para el tratamiento de la enfermedad, a menudo no disponen de los recursos necesarios ni del tiempo adecuado para adaptar un tratamiento totalmente personalizado a cada paciente.

En este artículo se presenta una app móvil para la monitorización de la hipertensión, buscando mejorar el empoderamiento y la adherencia al tratamiento por parte del paciente mediante la personalización de recomendaciones.

## 1. Introducción y objetivo

La hipertensión es una enfermedad de naturaleza crónica que causa anualmente 9,4 millones de muertes en todo el mundo, más del 50% de todas las muertes provocadas por enfermedades cardiovasculares [1]. En España, más de un 86% de la población mayor de 65 años padece esta patología [2]. La hipertensión requiere un continuo seguimiento por parte del paciente para prevenir y controlar sus efectos. El tratamiento de esta enfermedad incluye tanto tratamiento farmacológico como recomendaciones para conseguir un estilo de vida saludable, evitando situaciones de estrés [3]. Sin embargo, como en la mayoría de las enfermedades crónicas, la adherencia al tratamiento por parte del paciente suele ser baja.

A pesar de la importancia de seguir el tratamiento y las recomendaciones propuestas, muchos pacientes se olvidan de su cumplimiento, principalmente porque tienen una sensación aparente de buena salud [4].

Existen otros factores de distinta índole que puedan afectar al cumplimiento del tratamiento y recomendaciones indicadas, como puede ser una interpretación errónea de los prospectos, mala relación médico-paciente [5] o simple rechazo hacia al colectivo médico [6].

Por otra parte, el proceso clínico actual de hipertensión presenta algunas debilidades o deficiencias que deben ser

## 2. Estado del arte

En la actualidad, existen distintos factores a considerar para controlar la hipertensión [7] y diferentes aplicaciones de e-Health diseñadas con este objetivo. Un estudio elaborado en 2013 [8] evidenció una mejora de la adherencia al tratamiento en seguimientos realizados a través de aplicaciones de salud para dispositivos móviles (mHealth) y más concretamente para enfermos de hipertensión. Recientemente, distintos estudios han reforzado esta tesis, como se muestra en [9], donde se consiguió mejorar la adherencia al tratamiento de los pacientes hasta un 76% utilizando una aplicación móvil que realizaba la planificación y evaluación de todas las fases del proceso clínico. Otras aplicaciones de reciente aparición [10,11] han demostrado ser igualmente efectivas para el mismo propósito. Estas aplicaciones persiguen mejorar la adherencia a través de una mayor implicación del paciente. En ambas aplicaciones, es el paciente el que se encarga de proporcionar sus datos de presión arterial, así como de responder a preguntas relativas a su estilo de vida, hábitos, etc. Un sistema programado de alertas sirve para enviar recordatorios al paciente para facilitar el seguimiento del tratamiento. Los resultados obtenidos demostraron que estas apps resultaron eficaces a la hora de aumentar la participación de los pacientes e incrementar su motivación para seguir el tratamiento. Además, la posibilidad de los pacientes de vincular los valores de la presión arterial a situaciones específicas de sus rutinas

diarias suponía una mejor comprensión de la relación entre los niveles de presión arterial y el estilo de vida, factor clave para mejorar la calidad de la prevención y atención de la hipertensión.

Por último, el estudio aportado por Banerjee [12], demuestra como la autogestión de los pacientes se tradujo en una reducción de las visitas a los centros de atención primaria. A través de una app móvil, los pacientes introducían sus valores de presión arterial. A continuación, la aplicación validaba los datos introducidos, y el personal sanitario se encargaba de proponer un tratamiento y de actualizar la medicación necesaria. El paciente aceptaba o rechazaba el tratamiento desde su dispositivo móvil y continuaba enviando sus valores de presión arterial. De esta forma, se conseguía reducir las visitas al centro médico y el coste asociado a ellas.

Sin embargo, en todas las aplicaciones descritas anteriormente el paciente debe introducir manualmente sus datos de presión arterial, estilo de vida y cualquier otra información de interés, sirviéndose en algunos casos de recordatorios para evitar que el seguimiento fracase. Esto puede suponer una limitación sobre todo para aquellos pacientes menos acostumbrados al uso de las nuevas tecnologías.

Con el objetivo de superar esta limitación, esta app se ha desarrollado empleando dispositivos de medición con tecnología Bluetooth que permite la recogida y el almacenamiento automático de los datos, facilitando así la toma de datos y evitando problemas de medidas erróneas, registros duplicados, etc. De esta manera se consigue un seguimiento integral del paciente monitorizando de forma continua distintos parámetros de interés para la gestión de la enfermedad.

### 3. Propuesta

La app desarrollada permite la recogida de información clínica relevante para el tratamiento de la hipertensión a través de distintos dispositivos con tecnología Bluetooth: una pulsera de actividad, una báscula digital y un tensiómetro que proporcionan información relativa a la actividad física, el peso y la tensión, respectivamente. En la tabla 1 y en la figura 1 se encuentran recogidos todos los dispositivos empleados para la toma de datos.

Marca	Modelo	Comunicación	Dispositivos
A&D Medicals	A-767PBT-Ci	Bluetooth	Tensiómetro
Xiaomi	My Band	Bluetooth	Pulsera de actividad
A&D Medicals	AD-6121A	Bluetooth	Báscula

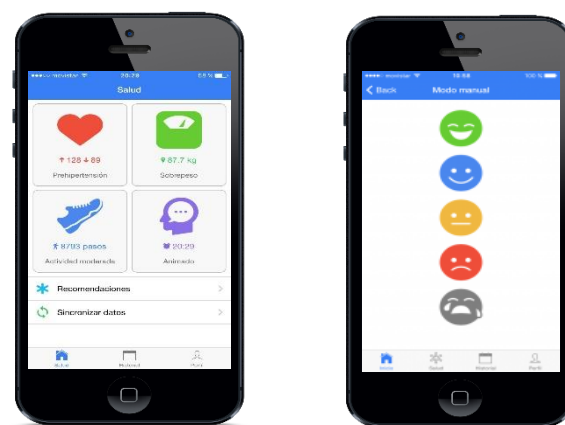
**Tabla 1.** Dispositivos utilizados para el control de la hipertensión



**Figura 1.** Dispositivos utilizados para el control de la hipertensión

La imputación de los datos referidos a la tensión y el peso en la app se puede hacer de dos maneras: manual y automática. Gracias a la conexión Bluetooth de los dispositivos de medición utilizados, éstos envían de forma automática cada medición que realice el paciente al dispositivo móvil, que a su vez envía los datos al servidor previa sincronización de los mismos. Adicionalmente, la aplicación permite registrar el estado anímico en cualquier momento, con la finalidad de evaluar el impacto psicológico de la enfermedad sobre el paciente (ver Figura 2). El paciente puede introducir también los datos de forma manual, sobre todo para aquellos casos en los que no tenga a mano el dispositivo de medición o éste no funcione correctamente. La filosofía que se ha seguido al diseñar esta app ha sido la de involucrar al paciente en el seguimiento de su enfermedad, otorgándole capacidad de decisión sobre qué estilos de vida o pautas está dispuesto a seguir.

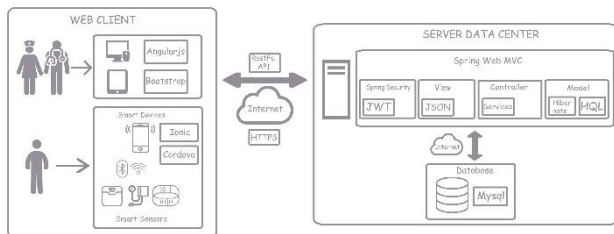
El resultado es una app fácil e intuitiva que permite al paciente registrar y consultar de manera sencilla y en cualquier momento información relevante sobre su estado de salud, y que permite su constante monitorización. Además, se pretende mejorar la adherencia al tratamiento gracias a las recomendaciones personalizadas en base a las preferencias del paciente, intentando mejorar su calidad de vida evitando innecesarias visitas al centro de salud.



**Figura 2.** Interfaz app

## 4. Arquitectura

La arquitectura de nuestro sistema consta de tres áreas bien diferenciadas y conectadas entre sí: paciente, equipo médico y centro de datos. Los datos recogidos por los distintos dispositivos son enviados a través del móvil al centro de datos donde se almacenan y procesan. En la Figura 3 se muestra un esquema de la arquitectura propuesta y de las tecnologías empleadas.



**Figura 3.** Arquitectura del sistema

Un sistema de ayuda a la decisión (SAD) se encarga de proporcionar recomendaciones a seguir para la gestión de la hipertensión en función de las características y los parámetros de las distintas variables (actividad física, peso y tensión) de cada paciente. La base de conocimiento para el diseño de este SAD ha sido aportada por expertos del Departamento de Enfermería de la Universidad de Alicante. En primer lugar, se estableció una clasificación en función de los valores de presión arterial, que definieron cuatro estados principales: normal, prehipertensión, fase 1 de hipertensión y fase 2 de hipertensión (ver Tabla 2).

Presión arterial	Sistólica (mm Hg)		Diastólica (mm Hg)
Normal	< 120	y	< 80
Prehipertensión	120 - 139	o	80 - 89
Fase 1 de hipertensión	140 - 159	o	90 - 99
Fase 2 de hipertensión	≥ 160	o	≥ 100

**Tabla 2.** Clasificación hipertensión según [13]

En segundo lugar, se definieron una serie de medidas u objetivos que el paciente puede adoptar para reducir tanto la presión arterial como el riesgo de sufrir una enfermedad cardiovascular (ver Tabla 3 y Tabla 4).

### Medidas que reducen la presión arterial

Reducción de peso  
 Restricción del consumo de sal  
 Limitación del consumo de alcohol  
 Incremento de la actividad física  
 Incremento del consumo de frutas y verduras  
 Reducción del consumo de grasa total y grasa saturada

**Tabla 3.** Medidas que reducen la presión arterial

### Cambios de vida que reducen el riesgo de enfermedad cardiovascular

Abandono del tabaco  
 Reducción del consumo de grasa total y grasa saturada  
 Adopción de dieta mediterránea

**Tabla 4.** Medidas que reducen el riesgo de enfermedad cardiovascular

Por último, se estimó la mejora provocada por estas medidas sobre la presión arterial (ver Tabla 5).

### Efecto de los cambios sobre la presión arterial

Cambios	Situación óptima	Reducción estimada
Peso	Mantener un peso ideal (IMC 20-25 kg/m <sup>2</sup> )	5-20 mmHg per 10 kg
Consumo de sal	Reducir el consumo de sal por debajo de los 100mmol/día. (6 g de sal, una cucharilla de café)	2-8 mmHg
Consumo de alcohol	Límite en el consumo por debajo de 30 g/día (hombres) y 20 g/día (mujeres)	2-8 mmHg
Dieta saludable	Dieta rica en frutas, verduras y productos lácteos con reducción de grasa total y saturada	8-14 mmHg
Actividad física	Práctica de ejercicio aeróbico (al menos 5 días/semana)	4-9 mmHg

**Tabla 5.** Medidas que reducen el riesgo de enfermedad cardiovascular

De acuerdo con los datos recogidos por los distintos dispositivos y a las clasificaciones y medidas definidas en los puntos anteriores, el sistema propone recomendaciones personalizadas para cada paciente. Éste, tiene a su vez, la capacidad de decidir qué tipo de objetivos está dispuesto a seguir: reducción de consumo de sal, mejora de la actividad física, pérdida de peso, cambios en la dieta...ajustándose las recomendaciones propuestas por el sistema a las preferencias del paciente.

Como se muestra en la Figura 4, a modo de ejemplo, se han seleccionado distintos objetivos para la reducción de la presión arterial. Las recomendaciones propuestas están adaptadas a estos objetivos, y no se muestran aquellas relativas a los objetivos que el paciente no está dispuesto a cumplir (limitación del consumo de alcohol y abandono del tabaco).

De esta forma conseguimos empoderar al paciente, otorgándole capacidad de decisión sobre la configuración de su tratamiento, con la intención de mejorar la adherencia al mismo.



**Figura 4.** Objetivos y recomendaciones para el paciente

## 5. Conclusiones

La hipertensión es la enfermedad cardiovascular con mayor tasa de mortalidad. Al tratarse de una enfermedad crónica que afecta aproximadamente al 40% de mayores de 25 años en el mundo, su seguimiento y tratamiento representa un elevado coste para los sistemas públicos de salud de los distintos países. Además, la adherencia a los tratamientos por parte de los enfermos es baja, siendo aún menor en los tratamientos de larga duración como sucede con las patologías crónicas. El abandono del tratamiento puede ser debido a múltiples razones: no percibir una mejora inmediata, dificultad para seguir el tratamiento, no estar de acuerdo con él, etc. Por este motivo, esta app ha sido diseñada con el objetivo de mejorar la adherencia al tratamiento de los enfermos de hipertensión. El paciente es quien establece qué objetivos desea cumplir, aumentando su empoderamiento, y el sistema propone recomendaciones adaptadas a estos objetivos. Además, los dispositivos empleados permiten la recogida de datos de forma automática, simplificado la labor del paciente. Con este nuevo enfoque, se pretende realizar un seguimiento continuo del paciente y una mejora de la adherencia a su tratamiento.

## Agradecimientos

Este trabajo está subvencionado por el Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España (ref. TIN2014-53067-C3-1-R) y cofinanciado por FEDER.

## Referencias

- [1] A. Gutiérrez-Misis, M.T. Sánchez-Santos, J.R. Banegas, M. V Zunzunegui, M. V Castell, A. Otero, Prevalence and incidence of hypertension in a population cohort of people aged 65 years or older in Spain., *J. Hypertens.* 29, 2011, 1863–1870 (ISSN: 0263-6352).
- [2] Página web de la Organización Mundial de la Salud (OMS). [http://who.int/iris/bitstream/10665/87679/1/WHO\\_DC\\_O\\_WHD\\_2013.2\\_spa.pdf?ua=1](http://who.int/iris/bitstream/10665/87679/1/WHO_DC_O_WHD_2013.2_spa.pdf?ua=1) (Consultada: Septiembre 2017).
- [3] Página web de la Organización Mundial de la Salud (OMS). <http://www.who.int/features/qa/82/en/> (Consultada: Septiembre 2017).
- [4] H. Heydari, A. Kamran, Ss. Ahari, M. Biria, A. Malepour, Determinants of patient's adherence to hypertension medications: Application of health belief model among rural patients, *Ann. Med. Health Sci. Res.* 4, 2014, 922 (ISSN: 2141-9248).
- [5] J.J. Gascon, Why hypertensive patients do not comply with the treatment: Results from a qualitative study, *Fam. Pract.* 21, 2004, 125–130 (ISSN: 1460-2229).
- [6] E. Vermeire, H. Hearnshaw, P. Van Royen, J. Denekens, Patient adherence to treatment: Three decades of research. A comprehensive review, *J. Clin. Pharm. Ther.* 26, 2001, 331–342 (doi: j.1365-2710.2001.00363.x).
- [7] Hypertension in adults: diagnosis and management. <https://www.nice.org.uk/guidance/cg127/chapter/1-guidance> (Consultada: Septiembre 2017).
- [8] A.G. Logan, Transforming hypertension management using mobile health technology for telemonitoring and self-care support, *Can. J. Cardiol.* 29, 2013, 579–585 (ISSN: 0828282X).
- [9] H. Kang, H.-A. Park, A Mobile App for Hypertension Management Based on Clinical Practice Guidelines: Development and Deployment, *JMIR mHealth uHealth.* 4, 2016, e12 (ISSN: 2291-5222).
- [10] U. Bengtsson, K. Kjellgren, Hypertension Self-Management: Mobile-Phone Self-Reports Improve Patient Participation in Clinical Consultations, *J. Am. Coll. Cardiol.* 69, 2017, 1841 (ISSN: 07351097).
- [11] I. Hallberg, A. Ranerup, K. Kjellgren, Supporting the self-management of hypertension: Patients' experiences of using a mobile phone-based system, *J. Hum. Hypertens.* 30, 2016, 141–146 (ISSN: 0950-9240).
- [12] A. Banerjee, R.A. Ramanujan, S. Agnihothri, Mobile health monitoring: Development and implementation of an app in a diabetes and hypertension clinic, *Proc. Annu. Hawaii Int. Conf. Syst. Sci.* 2016-March, 2016, 3424–3436 (ISSN: 15301605).
- [13] A. V. Chobanian, G.L. Bakris, H.R. Black, W.C. Cushman, L.A. Green, J.L. Izzo, D.W. Jones, B.J. Materson, S. Oparil, J.T. Wright, E.J. Roccella, Seventh report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure, *Hypertension.* 42, 2003, 1206–1252 (doi:10.1161/01.HYP.0000107251.49515.c2).