



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
ESCUELA DE POSGRADO

ENSAYO CONTROLADO
ALEATORIZADO DE TELE-
MONITOREO DOMICILIARIO DE LA
PRESIÓN
ARTERIAL CON UN TENSIÓMETRO
ADAPTADO CON CAPACIDAD
SMS

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAESTRO
EN INFORMÁTICA BIOMÉDICA EN SALUD
GLOBAL CON MENCIÓN EN
INFORMÁTICA EN SALUD

RENZO JOSÉ CARLOS CALDERÓN
ANYOSA

LIMA - PERÚ

2018

Asesora:

Mabel Karel Raza Garcia

Co-Asesor:

César Paul Eugenio Cárcamo Cavagnaro

A Julia Felipa Luyo Cortez de Calderón.

Agradecimientos:

Al Dr. José Nestares, jefe del Centro de Salud de “Condevilla” por su apoyo y gran dedicación en la atención primaria de salud. De la misma manera, al personal del Centro de Salud, por su colaboración durante la realización del estudio. A todos los pacientes participantes del estudio de la comunidad de “Condevilla” por su tiempo, colaboración y compromiso con el estudio.

A la Arq. Camila Gálvez por su colaboración en el diseño gráfico. A la Dra. Jessy Henríquez por su apoyo en el reclutamiento de pacientes. Al Ing. Daniel Mendoza por su colaboración en el desarrollo del Software. Al Ing. Jean Pierre Tincopa por su orientación y apoyo en el desarrollo del Hardware. A la Obs. Paola Pflucker, Lic. Claudia Morales, Mg. Patricia Mallma, Dr. Miguel Egoavil, Dr. José Pérez, Dra. Magaly Blas y Dra. Patricia García por su apoyo durante el programa de la maestría.

Financiamiento:

Esta tesis fue desarrollada gracias al financiamiento del Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica (FONDECYT), una iniciativa del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) y del programa “Runachay” - Entrenamiento en el uso de las tecnologías de la información y comunicación para la Salud Global.

Tabla de contenidos

Introducción	1
Marco teórico	3
Hipertensión arterial en el mundo	4
Hipertensión arterial en el Perú	5
Estado del control de la presión arterial	6
Seguimiento de la presión arterial en centros del primer nivel de atención.....	7
Tele-monitoreo como alternativa para el control de la presión arterial.....	8
Dispositivos de medición de la presión arterial	9
Planteamiento del problema	11
Justificación.....	13
Limitaciones de los equipos comerciales	13
Ventajas del uso de SMS en el Perú.....	13
Experiencias de tensiómetros con capacidad SMS	14
Centros del primer nivel de atención y manejo de enfermedades crónicas en el Perú.....	15
Evaluación del efecto residual del tratamiento.....	16
Objetivos	17
Metodología	18
Diseño del estudio	18
Población	18
Muestra	19
Intervención.....	19
Desarrollo del sistema de tele-monitoreo	19
Desarrollo de <i>hardware</i>	21
Desarrollo del <i>software</i>	33
Protocolo de tele-monitoreo.....	35
Aleatorización de grupos	37
Definición operacional de variables	37
Procedimientos y técnicas	38
Plan de análisis	41
Aspectos éticos	41
Resultados	43
Reclutamiento de participantes.....	43

Análisis principal.....	47
Análisis secundario.....	51
Daños y perjuicios	55
Discusión.....	56
Conclusiones	62
Recomendaciones.....	62
Referencias bibliográficas.....	63
Anexos	71

Resumen:

Antecedentes: A pesar de ser un problema de salud pública, menos de un tercio de los pacientes hipertensos logran el control de la presión arterial (PA).

Objetivo: Evaluar un sistema de tele-monitoreo de la presión arterial domiciliar basado en SMS en un centro del primer nivel de atención, en comparación con la atención habitual.

Diseño: Ensayo clínico aleatorizado

Población: Pacientes adultos hipertensos en tratamiento farmacológico con presión arterial no controlada.

Intervención: Sistema SMS de tele-monitoreo de la presión arterial en el hogar.

Control: Cuidado habitual.

Seguimiento: Los participantes en el grupo de intervención usaron el sistema por 2 semanas y fueron seguidos por 2 semanas más; los controles fueron seguidos por 4 semanas.

Outcome: Cambio en los valores de presión arterial entre los grupos. Los valores se expresan como media \pm desviación estándar.

Resultados: Diecinueve pacientes fueron incluidos en el análisis en cada grupo, el 68% fueron mujeres y la media de edad fue de $68,1 \pm 10,8$ años, sin diferencias entre los grupos. Hubo una diferencia en el cambio de los valores de presión arterial sistólica entre el grupo control e intervención ($-7,2 \pm 14,9$ mmHg vs. $-16,3 \pm 16,7$ mmHg; $p = 0,09$), y una diferencia significativa en el cambio de los valores la presión arterial diastólica ($-1,2 \pm 6,4$ mmHg vs. $-7,2 \pm 9,8$ mmHg; $p = 0,03$) respectivamente.

Conclusión: Un sistema de tele-monitoreo de la presión arterial domiciliar basado en SMS es eficaz para reducir la PA trabajando en conjunto con los centros del primer nivel de atención. Nuestros hallazgos representan una de las primeras intervenciones de este tipo en nuestro medio siendo una alternativa importante para el control de la hipertensión arterial.

Palabras clave: Telemedicina, Hipertensión Arterial, Primer Nivel de Atención, Mensaje de Texto

Summary:

Background: Despite being a public health problem, less than one-third of hypertensive patients achieve blood pressure (BP) control.

Objective: To evaluate an SMS home blood pressure tele-monitoring system in a primary care setting compared with usual care.

Design: Randomized clinical trial

Population: Adult hypertensive patients in pharmacological treatment with uncontrolled BP.

Intervention: SMS home blood pressure tele-monitoring system.

Control: Usual care.

Follow-up: Participants in the intervention arm used the system for 2 weeks and were followed for two more weeks; controls were followed for 4 weeks.

Outcome: Blood pressure change between groups. Values are expressed as mean \pm standard deviation.

Results: Nineteenth patients were included in the analysis in each group, 68% were females and the mean age was 68.1 ± 10.8 with no differences between groups. There was a difference in the change of systolic blood pressure values between the control and intervention group (-7.2 ± 14.9 mmHg vs. -16.3 ± 16.7 mmHg, $p = 0.09$), and a significant difference in the change of diastolic blood pressure values (-1.2 ± 6.4 mmHg vs. -7.2 ± 9.8 mmHg, $p = 0.03$) respectively.

Conclusion: A home blood pressure tele-monitoring system based on SMS is effective in reducing BP by working in conjunction with primary care centers. Our findings represent one of the first interventions of this type in our setting, being an important alternative for the control of arterial hypertension.

Key words: Telemedicine, Hypertension, Primary Care, Short Message System

Introducción

La hipertensión arterial es un problema de salud pública, produciendo 15 millones de muertes al año, siendo una importante causa de mortalidad a nivel mundial (1). La prevalencia en Latinoamérica se encuentra alrededor del 40%, pero sólo el 21% de todos los hipertensos y el 43% de los hipertensos en tratamiento presentan valores de presión arterial dentro de los rangos de control (2,3).

En el Perú se estima que el 30% de los pacientes en tratamiento se encuentran controlados, pero con una distribución desigual en la zona rural, donde se han reportado valores de 0% de control de la hipertensión arterial (4).

Debido al bajo nivel de control de los pacientes hipertensos, diversos estudios han propuesto medidas de tele-monitoreo de la presión arterial en casa, que han logrado incrementar la proporción de pacientes controlados, siendo sugeridas en las guías clínicas de hipertensión actuales tanto para el diagnóstico como el tratamiento de la hipertensión arterial (5,6).

El tele-monitoreo en casa se define como el proceso por el cual las lecturas de la presión arterial en el hogar son transmitidas hacia una central de información médica o a un registro médico electrónico para uso de los proveedores de salud y pacientes (7). No existe un sistema único de tele-monitoreo, con diferencias en dispositivos de medición de la presión arterial y sistemas de comunicación, que incluyen la transmisión de datos a través de *Bluetooth*, Wi-Fi, línea telefónica, entre otros. Estos sistemas de comunicación presentan limitaciones en su implementación, como la necesidad de dispositivos externos como teléfonos inteligentes con tecnología *Bluetooth* o la contratación de servicios que pueden no estar disponibles en el hogar, como el servicio de Wi-Fi (8), creando la necesidad

de sistemas simples y rentables que sean fáciles de usar y aceptables tanto para los pacientes como para los proveedores.

Una alternativa para la implementación del tele-monitoreo en casa, sería la adaptación de tensiómetros al envío de los datos a través de mensajes de texto (SMS), una tecnología con amplia cobertura a nivel nacional y familiar a la mayoría de usuarios (9). Algunos estudios han demostrado la factibilidad de adaptar tensiómetros al sistema de envío de los datos de presión arterial mediante SMS (10–12). A pesar de las ventajas de este sistema de telecomunicación, hay escasa información en cuanto a su incorporación y efectos en la práctica clínica.

El presente estudio pretende evaluar un sistema de tele-monitoreo utilizando un tensiómetro adaptado para el envío de los datos de presión arterial mediante SMS, que puedan ser enviados a los proveedores de salud en los centros del primer nivel de atención, esperando contribuir a mejorar los niveles de control de la presión arterial.

Marco teórico

La hipertensión arterial es una enfermedad en donde la fuerza constante de la sangre contra las paredes arteriales es suficientemente alta como para causar problemas de salud, principalmente afecciones al corazón. La presión arterial tiene dos componentes, la presión arterial sistólica (PAS), que es la presión en cada latido del corazón, y la presión arterial diastólica (PAD), que es la presión entre latidos (13).

La presión arterial se clasifica como normal (PAS/PAD: <120/80 mm Hg), elevada (PAS/PAD: 120-129/<80 mm Hg), hipertensión en etapa 1 (PAS/PAD: 130-139/80-89 mm Hg) o hipertensión en etapa 2 (PAS/PAD: 140/90 mm Hg) (14).

Los principales factores de riesgo de la hipertensión arterial son la edad, el sexo, los antecedentes en la familia, la raza, y los estilos de vida poco saludables, como hábitos alimenticios, consumo de alcohol, e inactividad física (15).

La hipertensión arterial puede estar presente durante años sin manifestar ningún síntoma. Incluso sin síntomas, el daño a los vasos sanguíneos y al corazón persiste.

La presión arterial alta no controlada aumenta el riesgo de tener problemas de salud importantes, como infartos al corazón y accidentes cerebrovasculares (13).

A nivel mundial, la enfermedad cardiovascular y los accidentes cerebrovasculares representan aproximadamente 15 millones de muertes al año, siendo las principales causas de muerte de los últimos 15 años (16). La hipertensión arterial y sus complicaciones representan 9,4 millones de muertes en el mundo cada año (1), siendo un problema de salud pública a nivel mundial. Asimismo, contribuye a la carga de enfermedad coronaria, accidente cerebrovascular e insuficiencia renal, siendo causa también de mortalidad, morbilidad y discapacidad, afectando de

manera desproporcionada a las poblaciones en los países de ingresos bajos y medios, donde los sistemas de salud son débiles (17).

Hipertensión arterial en el mundo

Globalmente, la hipertensión arterial es el principal factor de riesgo de mortalidad y morbilidad, que representó el 7% (IC, 6,2-7,7) de los años de vida ajustados por discapacidad y 9,4 (IC, 8,6-10,1) millones de muertes en el año 2010 (1).

En el año 2000 se estimó a nivel mundial que el 26,4% (95% IC 26,0–26,8%) de la población adulta, o 972 millones de personas, sufrían de hipertensión arterial (18).

Desde el año 2000 al año 2010, el número de personas con hipertensión ha aumentado a nivel mundial, aproximadamente en 466,8 millones. Este aumento se ha dado de manera divergente entre países de ingresos altos, donde se vio un aumento de 26,6 millones de personas, y países de ingresos bajos y medios, con un aumento sustancialmente mayor de 440,1 millones de personas (19).

Estas diferencias no solo son evidentes en cuanto a la prevalencia de la enfermedad, sino también en aspectos como el autoconocimiento de la enfermedad, tratamiento y control, puntos esenciales para el manejo de la hipertensión arterial.

Del año 2000 al año 2010, las proporciones de autoconocimiento (58,2% vs 67,0%), tratamiento (44,5% vs 55,6%) y control (17,9% vs. 28,4%) de la hipertensión, aumentaron sustancialmente en los países de ingresos altos; mientras que durante el mismo período de tiempo, las proporciones de conocimiento (32,3% vs 37,9%) y tratamiento (24,9% vs 29,0%) aumentaron significativamente en menor proporción, e incluso el control disminuyó levemente (8,4% vs. 7,7%) en países de ingresos bajos y medios. Estos datos sugieren una gran disparidad a nivel mundial,

en términos de prevalencia, tratamiento, conocimiento y control de la hipertensión arterial (19).

Hipertensión arterial en el Perú

El Perú, como muchos de los países en vías de desarrollo, ha sufrido un proceso de transición epidemiológica en los últimos años. Actualmente el Perú presenta una carga de morbilidad que abarca enfermedades infecciosas “tradicionales”, como las infecciones respiratorias agudas, y enfermedades crónicas, como las neoplasias y enfermedades cardiovasculares, siendo la principal la hipertensión arterial (20).

De acuerdo al “Segundo Estudio de Factores de Riesgo de las Enfermedades Cardiovasculares en el Perú” realizado en el año 2010 a nivel nacional, se encontró que la prevalencia de hipertensión arterial ha incrementado de 23,7% en el año 2006 a 27,3% en el año 2010. Este incremento se dio principalmente en las regiones de la costa y selva, y en una menor proporción en la región de la sierra, especialmente en ciudades por arriba de los 3000 m.s.n.m. (21).

Para el año 2014, de las 10 principales causas de muerte en el Perú, cuatro estuvieron relacionadas con la hipertensión arterial incluyendo las enfermedades isquémicas del corazón y enfermedades cerebrovasculares (22). De la misma manera, las enfermedades hipertensivas se encuentran dentro de las 20 primeras causas de morbilidad en los establecimientos de salud del Ministerio de Salud del Perú (MINSA) (23).

En cuanto al autoconocimiento, y control de la hipertensión arterial, una revisión de estudios realizados en Perú, encontró que el nivel de autoconocimiento de la hipertensión arterial es deficiente con cifras que varían entre el 20% y el 50% dependiendo de la población de estudio (24). Asimismo, en nuestro medio, un

estudio realizado en población rural, urbana y migrante, demostró que la tasa de pacientes hipertensos controlados fue menor que la tercera parte de la población urbana (28,6%, 95% CI 8,4% - 58,1%), y sin encontrar pacientes controlados en la población rural (4).

Estado del control de la presión arterial

A pesar de la importancia de la hipertensión arterial para la salud pública, el control de la presión arterial está lejos de ser óptimo a nivel mundial (25), siendo uno de los mayores retos para el manejo de esta enfermedad (26).

En un estudio realizado en 26 países durante los años 2005 y 2006, se encontró que la hipertensión arterial estuvo controlada en el 21,2% del total de pacientes hipertensos en tratamiento. Así mismo esta proporción fue mucho menor en pacientes diabéticos (8,3%), siendo mayor en los pacientes no diabéticos (25,3%) (27).

A pesar de los esfuerzos de muchos países por mejorar el control de los pacientes hipertensos, estos no logran obtener los niveles de control recomendados por las guías clínicas, siendo necesario buscar nuevas estrategias para afrontar este reto.

La presión arterial se ha monitoreado tradicionalmente en el consultorio médico y más recientemente en el hogar usando monitores de presión arterial comerciales o tensiómetros ambulatorios (MAPA), estos últimos almacenan los datos de presión tomados ambulatoriamente y son leídos posteriormente en el consultorio médico (28).

En los últimos años, ha incrementado la evidencia sobre los beneficios del control de la presión arterial en casa, siendo recomendada en las guías especializadas para

su aplicación en la práctica clínica (29,30), presentando beneficios en cuanto a la predicción de daño a órganos blanco y eventos cardiovasculares (31).

Un meta-análisis encontró una disminución en promedio de -2,63 mm Hg (95% CI, -4,24 – 1,02) de PAS y mostró también mejoría en la reducción de la PAD (-1,68 mm Hg, IC del 95%, -2,58, -0,79), al evaluar grupos monitorizados en casa contra un monitoreo convencional (32). Otra ventaja del monitoreo de la presión en casa, es que ha demostrado mejorar la adherencia al tratamiento a largo plazo, mejorando la tasa de pacientes controlados (33), así mismo, es preferido por los pacientes, por sobre las otras medidas convencionales (34).

Seguimiento de la presión arterial en centros del primer nivel de atención

Diversos estudios han demostrado que los valores de presión pueden ser controlados en los centros del primer nivel de atención. Un estudio realizado en Alemania encontró una reducción de la PAS en -8,2 mmHg, y de PAD de -4,1 mmHg en 22 centros del primer nivel de atención durante 5 meses de seguimiento (35). De la misma manera, la evaluación de la implementación de la guía británica de manejo de la hipertensión en centros del primer nivel de atención, encontró una reducción estadísticamente significativa en la PAS media de 25 mmHg (IC 95%: 23,9 - 26,2 mmHg; n = 1231) en pacientes con una PAS inicial ≥ 160 mmHg; y una reducción estadísticamente significativa en la PAD media de 17,9 mmHg (IC 95%: 16,8 - 18,9 mmHg; n = 494) con una PAD basal > 100 mmHg (36).

Existe un creciente esfuerzo por reforzar los centros del primer nivel de atención en el manejo y control de la presión arterial y evitar sobrecargar otras instancias del sistema de salud, como hospitales o centros especializados (37).

Tele-monitoreo como alternativa para el control de la presión arterial

Existe un creciente avance en las tecnologías de comunicación, tanto para el monitoreo de la presión así como para la comunicación médico-paciente, es así que se han desarrollado enfoques novedosos de tele-monitorización en el hogar.

A diferencia del monitoreo en casa en donde el paciente realiza una auto-toma de presión durante un periodo de tiempo y luego lleva estos resultados a la consulta médica, el tele-monitoreo permite que el personal de salud pueda tener acceso a los valores de presión arterial en tiempo real, usándolo como herramienta para la toma de decisiones en cuanto al tratamiento y seguimiento del paciente.

Las intervenciones reportadas principalmente utilizan teléfonos móviles o teléfonos "inteligentes" con conexión a Internet sincronizados con monitores de presión arterial. Además de incluir llamadas telefónica, otras intervenciones incluyen la entrega de servicio de mensajes de texto y aplicaciones para *smartphones* y *tablets* (38,39).

Un reciente meta-análisis enfocado en la evaluación de sistemas de tele-medicina comparado contra los cuidados habituales, encontró una evidencia moderada en cuanto al control de la presión arterial, así como en la normalización de los valores de presión arterial, mostrando al tele-monitoreo en casa como una alternativa eficaz de control (4 estudios, N = 1770: PAS: -4,33, IC 95%: -5,30 a -3,35; PAD: -2.75 IC 95%: -3,28 , -2,22) (40).

De la misma manera, otro meta-análisis, enfocado en sistemas de tele-monitoreo en casa comparado con el monitoreo habitual, encontró una reducción significativa en la presión arterial medida en la consulta (PAS, 5,6 mm Hg, IC 95% 3,36-7,92, PAD, 2,78 mm Hg, IC 95% 1,62-3,93; n = 4,389). El riesgo relativo de controlar la presión

arterial fue 31% más en el grupo que recibió el tele-monitoreo. Asimismo, el uso del tele-monitoreo se asoció con un uso significativamente mayor de medicamentos antihipertensivos (+0,22 (+0,02 - +0,43), n = 1991) (41).

A pesar de tener un efecto significativo en el control de la presión arterial, el tele-monitoreo debe combinarse con algún tipo de intervención, ya sea un protocolo de corrección de medicación o la intervención de un profesional de la salud (42).

Un ensayo clínico evaluó si una intervención que combina el tele-monitoreo en casa de la presión arterial con el manejo de casos por parte de farmacéuticos mejora el control de los niveles de presión arterial en comparación con la atención habitual. Los pacientes enviaban al menos 6 medidas de presión arterial a la semana, y se reunían con los farmacéuticos cada 2 semanas por teléfono hasta que el control de la presión arterial se mantenía durante 6 semanas. La presión arterial se controló a los 6 y 12 meses en 57,2% (IC 95%, 44,8% - 68,7%) de los pacientes en el grupo de intervención de tele-monitoreo frente al 30,0% (IC 95%, 23,2% a 37,8%) de los pacientes en la grupo control. A los 18 meses (6 meses de seguimiento post-intervención), la presión arterial se controló en el 71,8% (IC 95%, 65,0% - 77,8%) de los pacientes en el grupo de intervención frente al 57,1% (IC 95%, 51,5% - 62,6%) de pacientes en el grupo control (43).

Dispositivos de medición de la presión arterial

La primera versión de los dispositivos modernos de medición de la presión arterial fue desarrollado por el médico italiano Scipione Riva-Rocci y llevado a los Estados Unidos por Harvey Cushing en 1901, quien fue uno de los principales promotores de su uso en el área clínica (44). En 1930, Brown fue uno de los primeros en reportar la auto-medición de la PAS para la evaluación del tratamiento médico (45).

Equipos tradicionales y electrónicos:

Existen varios tipos de dispositivos de medición de presión arterial disponibles para uso público. El clásico es el esfigmomanómetro el cual se compone de un brazalete inflable, un manómetro (usualmente de mercurio) y un estetoscopio (46). El brazalete se coloca por encima de una arteria superficial y es inflado hasta colapsarla para luego liberarla de manera controlada. A la vez que se va liberando el brazalete, se ausculta la arteria y el primer pulso audible marca la PAS mientras que el último la PAD. Este tipo de dispositivos necesita entrenamiento especializado (13).

Los dispositivos electrónicos permiten una toma automatizada de la presión arterial, principalmente en el inflado del brazalete. Estos dispositivos pueden usar un método mediante la auscultación, como el del tensiómetro tradicional, o un oscilómetro para detectar la presión arterial. A mediados de 1970 el primer esfigmomanómetro automatizado estuvo disponible, este utilizaba micrófonos incorporados en el brazalete para la detección de la presión arterial. El método mediante el uso del oscilómetro se introdujo en los 80s y utiliza oscilaciones de presión originadas de la onda de pulso arterial, estas son detectadas por el brazalete para luego ser analizadas mediante un software especial. Estos equipos proporcionan mediciones más rápidas, no requieren un entrenamiento especializado y son más baratos de fabricar, sin dejar de lado la precisión (47).

Los usuarios generalmente prefieren equipos con lecturas digitales y están comprando un número creciente de monitores electrónicos, las ventas de monitores electrónicos han aumentado en los últimos años, demostrando la preferencia de estos equipos por parte de los usuarios (28).

Dispositivos con comunicación de datos:

Existen varios dispositivos disponibles en el mercado, que se caracterizan por las diferentes modalidades de recopilación de datos, transmisión y generación de informes. Entre las tecnologías disponibles, algunos estudios han utilizado dispositivos de medición de la presión arterial conectados a la línea telefónica para el envío de datos (48,49). Gracias al avance de la tecnología inalámbrica, actualmente existen tensiómetros comerciales con capacidad de envío de datos basados principalmente en tecnología de comunicación *Bluetooth* o *Near-field communication* (NFC), minimizando las necesidades de un cableado adicional. Tales tecnologías permiten vincular los dispositivos de medición de presión a interfaces con sistemas de transmisión como dispositivos móviles (*smartphones* o *tablets*) o a puntos de acceso Wi-fi. Los datos se envían a una computadora remota o al servidor del proveedor de salud (50,51).

Planteamiento del problema

La hipertensión arterial no controlada es un problema de salud pública en el Perú y el mundo. A pesar de la alta prevalencia de hipertensión arterial, las alternativas con las que cuentan los pacientes hipertensos en nuestro medio para su control y monitoreo son limitadas.

Lamentablemente, los pacientes acuden de manera irregular a sus controles en el centro de salud, una herramienta de tele-monitoreo ayudaría a incrementar el control sin que el paciente acuda físicamente al centro de salud, esto no solo beneficiaría al paciente, si no también ayudaría a disminuir la sobre demanda en los centros de salud.

Actualmente, en nuestra revisión, nuestro país no cuenta con un sistema de tele-monitoreo para el control de la presión arterial. Esto indica que se beneficiaría de una herramienta de monitoreo que utilice una tecnología disponible y de amplia cobertura, fácil de utilizar y que se articule con los centros del primer nivel de atención.

El presente estudio propone una alternativa de tele-monitoreo utilizando un tensiómetro comercial adaptado para el envío de datos mediante SMS (*short messaging system* o mensajes de texto) para el monitoreo en pacientes hipertensos en centros del primer nivel de atención.

Justificación

Limitaciones de los equipos comerciales

Actualmente existen tensiómetros con capacidad de envío de datos mediante *bluetooth*, Wi-Fi o NFC, los cuales presentan limitaciones. Uno de los principales inconvenientes es la necesidad de un dispositivo adicional para el envío de datos, ya sea un *smartphone*, una *tablet* o un modem. La necesidad de un dispositivo adicional hace que el dispositivo pierda autonomía, así mismo, requiere que el usuario tenga la habilidad de establecer una conexión (usualmente inalámbrica) con el otro dispositivo. Lo último supone un reto para pacientes adultos mayores, quienes más sufren de hipertensión arterial, ya que tienen tasas más bajas de adopción de tecnología que el público en general (52).

Así mismo, otra limitación de estos dispositivos incluye problemas en el emparejamiento de los dispositivos para el envío de datos. Por otra parte, el envío de datos de estos dispositivos está sujeto a una conexión mediante plan de datos móviles (internet móvil), o un servicio de internet fijo. A pesar de que existe un creciente incremento en el uso de estos servicios, aún cerca del 50% de la población mundial no cuenta con acceso a este servicio (53).

Ventajas del uso de SMS en el Perú

A nivel nacional la cobertura de señal móvil se ha incrementado de manera exponencial en los últimos años, permitiendo que más personas tengan acceso a estos servicios (54). A pesar de este avance aún muchas zonas del territorio nacional cuentan con solo cobertura de red 2G (55). La red 2G, o segunda generación, fue la primera red móvil en introducir la capacidad para el envío de mensajes de texto (SMS) (56).

Durante el año 2017 se han enviado más de 14 mil millones de SMS en el territorio nacional, lo que demuestra su popularidad vigente y amplio uso en la población (57). Aunque la penetración de internet móvil se encuentra en ascenso, lamentablemente una tercera parte de la población aún no cuenta con acceso a este servicio en el Perú (58).

Desde el punto de vista económico, los SMS cada vez son más económicos e incluso con promociones de SMS ilimitados, mientras que el uso de internet móvil requiere muchas veces de un contrato con un valor muy por encima al de los SMS (59).

Experiencias de tensiómetros con capacidad SMS

Existen escasa experiencias de dispositivos de medida de presión arterial con capacidad de envío de datos vía SMS, la mayoría son prototipos de equipos, sin llegar a su aplicación en la práctica clínica.

Un estudio realizado en Italia en el 2008, desarrolló un sistema integrado capaz de recuperar datos utilizando conexión serial RS232 de hasta 4 dispositivos médicos. Los dispositivos fueron un tensiómetro comercial (UA767PC, A & D, Japón), un glucómetro comercial (GLUCOCARD G +, Menarini Diagnostic, Italia), y un contador de pasos experimental. El sistema integrado utilizó un micro controlador (18F8722, Microchips, EE. UU) conectado a un módem GSM. Cinco equipos fueron realizados y entregados a pacientes. Durante un período de monitoreo acumulado de 251 días, encontraron 175 transferencias de datos, una media de 35 ± 20 por paciente, comprobando la factibilidad y desarrollo del sistema (60).

De la misma manera, en un estudio llevado a cabo en Malasia en 2009, desarrolló un prototipo en base a un micro controlador conectado a un modem inalámbrico,

que mediante un puerto serial, podía capturar la información y enviarla vía SMS (61).

Finalmente, un estudio realizado en 2015, diseñó y desarrolló un sistema de monitoreo de parámetros fisiológicos de manera experimental, con tecnología GSM y GPS de bajo costo usando el micro controlador 89C51 de Atmel. El sistema desarrollado fue probado con éxito en el laboratorio, mas no fue probado con pacientes (62).

Estas iniciativas muestran la factibilidad de desarrollar un sistema de tele-monitoreo de presión arterial con capacidad de envío de datos vía SMS, aunque aún queda por explorar su uso en la parte clínica. Una de las principales limitaciones de estos estudios es la falta de uso de tensiómetros certificados para el control de la presión arterial en casa.

Centros del primer nivel de atención y manejo de enfermedades crónicas en el Perú

Las políticas y estrategias para la prevención y control de enfermedades no transmisibles en el Perú, ponen un énfasis especial en el fortalecimiento del primer nivel de atención de salud (63).

La guía de práctica clínica para la prevención y control de la enfermedad hipertensiva en el Perú, establece que los centros del primer nivel de atención son los principales actores para el manejo de esta enfermedad (64). Los centros del primer nivel de atención realizan un trabajo integral con los pacientes y son los que se encuentran en constante comunicación y contacto con los pacientes, haciéndolos centros idóneos para un control cercano de las enfermedades crónicas.

A pesar del importante rol de los centros del primer nivel de atención en el manejo de enfermedades crónicas, muchas veces carecen de herramientas que permitan apoyar al diagnóstico y seguimiento de pacientes. Debido a la saturación del sistema de salud, se hace necesario el fortalecimiento del primer nivel de atención.

Por tal motivo un sistema de tele-monitoreo, es una herramienta que fortalece a los centros del primer nivel de atención en su lucha contra las enfermedades crónicas.

Evaluación del efecto residual del tratamiento

La mayoría de estudio previamente expuestos evalúan los efectos del sistema de tele-monitoreo de manera inmediata, es decir al finalizar o durante el uso del sistema. Debido a que los equipos pueden suponer una inversión importante para el usuario, el presente estudio pretende no solo evaluar el efecto inmediato, sino también el efecto residual del sistema luego de dos semanas de uso del equipo, con la idea de que menos equipos puedan ser usados en más pacientes.

Objetivos

Objetivo principal:

Evaluar el impacto en los valores de presión arterial del tele-monitoreo en casa, a través de tensiómetros con sistema de envío de datos vía SMS, comparándolo con el monitoreo habitual, en pacientes hipertensos no controlados de un centro del primer nivel de atención.

Objetivos secundarios:

1. Implementar un sistema de tele-monitoreo basado en tecnología de comunicación SMS en un centro del primer nivel de atención.
2. Evaluar la diferencia de valores de presión arterial entre la medición final y la medición inicial luego de la implementación del sistema de tele-monitoreo entre el grupo de intervención y grupo control.
3. Comparar la diferencia de los valores de presión arterial al finalizar el uso del sistema y luego de 2 semanas después de utilizar el sistema de tele-monitoreo en el grupo de intervención.
4. Describir las características clínico-epidemiológicas de los pacientes hipertensos que acuden al centro del primer nivel de atención.
5. Describir las experiencias de los participantes del grupo que utilizó el sistema de tele-monitoreo propuesto.

Metodología

Diseño del estudio

Se realizó un ensayo aleatorizado controlado. El grupo de intervención recibió el sistema de tele-monitoreo, mientras que el grupo control continuó con el manejo habitual. La medición principal fue evaluar la diferencia en los niveles de presión arterial en ambos grupos al término del seguimiento.

Población

Se incluyeron pacientes mayores de 18 años, con diagnóstico de hipertensión no controlada, que se encuentren recibiendo medicación y acudan al centro de salud “Condevilla” en el distrito de San Martín de Porres, en la provincia de Lima. Se consideró hipertensión no controlada a los pacientes hipertensos con presión arterial PAS/PAD: > 130/80mmHg (65).

Criterios de inclusión:

Pacientes mayores de 18 años.

Diagnóstico de hipertensión arterial hace más de 3 meses.

No Controlados.

En tratamiento con medicación antihipertensiva.

Criterios de exclusión:

Paciente con enfermedad renal crónica en hemodiálisis o diálisis peritoneal.

Gestantes.

Viajes o cambio de domicilio en el próximo mes.

Muestra

Se calculó una muestra de 20 participantes por grupo, con una significancia del 95% y un poder de 80%, para evidenciar una diferencia de 10 mmHg, con una desviación estándar de 10 mmHg y 12 mmHg en cada grupo de acuerdo a la literatura evaluada (66).

Intervención

Desarrollo del sistema de tele-monitoreo

Se utilizó un tensiómetro comercial Omron Series 10®, el cual cuenta con conectividad USB (*universal serial bus*) de fábrica. Se utilizó el puerto USB integrado en el tensiómetro para vincularlo con un módulo de captura y envío de datos (Figura 1). El tensiómetro no fue modificado. El costo de este equipo fue de 270 soles (80 USD aproximadamente).

Se eligió este tensiómetro en particular por la conexión que posee y asimismo por el reconocimiento de la marca en diversos estudios clínicos así como el reconocimiento de la AHA (American Heart Association) (67).

El equipo es de fácil uso, y fue diseñado para el uso de pacientes en el domicilio, con un brazalete fácil de colocar y una pantalla con números grandes, en especial para las personas mayores. Su uso requiere de la colocación del brazalete para luego presionar el botón de inicio, el equipo comienza a inflar el brazalete y al finalizar la medición, muestra los valores de PAS, PAD y frecuencia cardiaca en la pantalla.

Figura 1. Tensiómetro Omron series 10.



Desarrollo de *hardware*

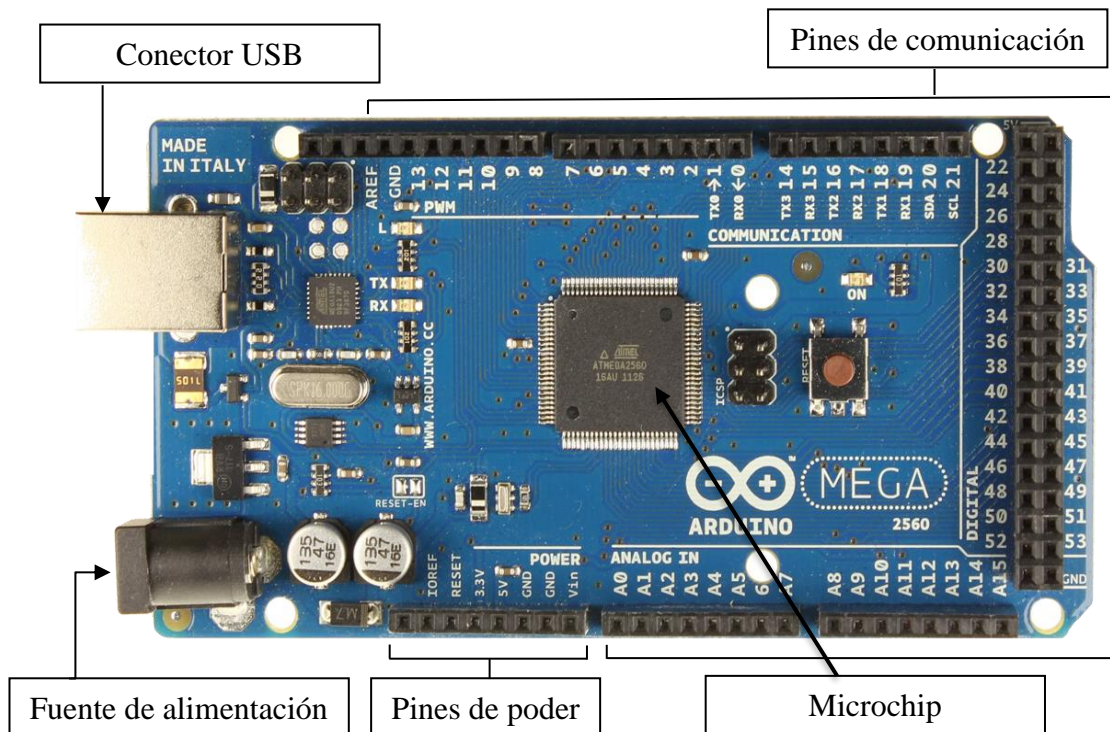
Se utilizaron tarjetas de desarrollo Arduino para el desarrollo del módulo de captura y envío de datos. Arduino es una compañía de *hardware* y *software* de código abierto, que diseña y fabrica micro controladores de placa única y kits de micro controladores para la construcción de dispositivos digitales y objetos interactivos. Los productos Arduino se distribuyen como hardware y software de código abierto, que están licenciados bajo la Licencia Pública General Reducida de GNU (LGPL) o la Licencia Pública General de GNU (GPL). Las placas Arduino están disponibles comercialmente, existiendo un amplio catálogo de dispositivos y kits (68) .

Micro controlador Arduino Mega 2560

El Arduino Mega 2560 es una placa está basada en el micro chip ATmega2560, tiene 54 pines digitales de entrada/salida, 16 entradas analógicas, 4 UART (*universal asynchronous receiver-transmitter*), un oscilador de cristal de 16 MHz, una memoria RAM (*random-access memory*) de 4 Kb, una conexión USB, un conector de alimentación (7-12V), un cabezal ICSP (*in circuit serial programming*), y un botón de reinicio (69). El costo de este micro controlador fue de 24 soles (7 USD aproximadamente).

Se utilizó este micro controlador debido a su capacidad de almacenamiento y número de conectores (Figura 2).

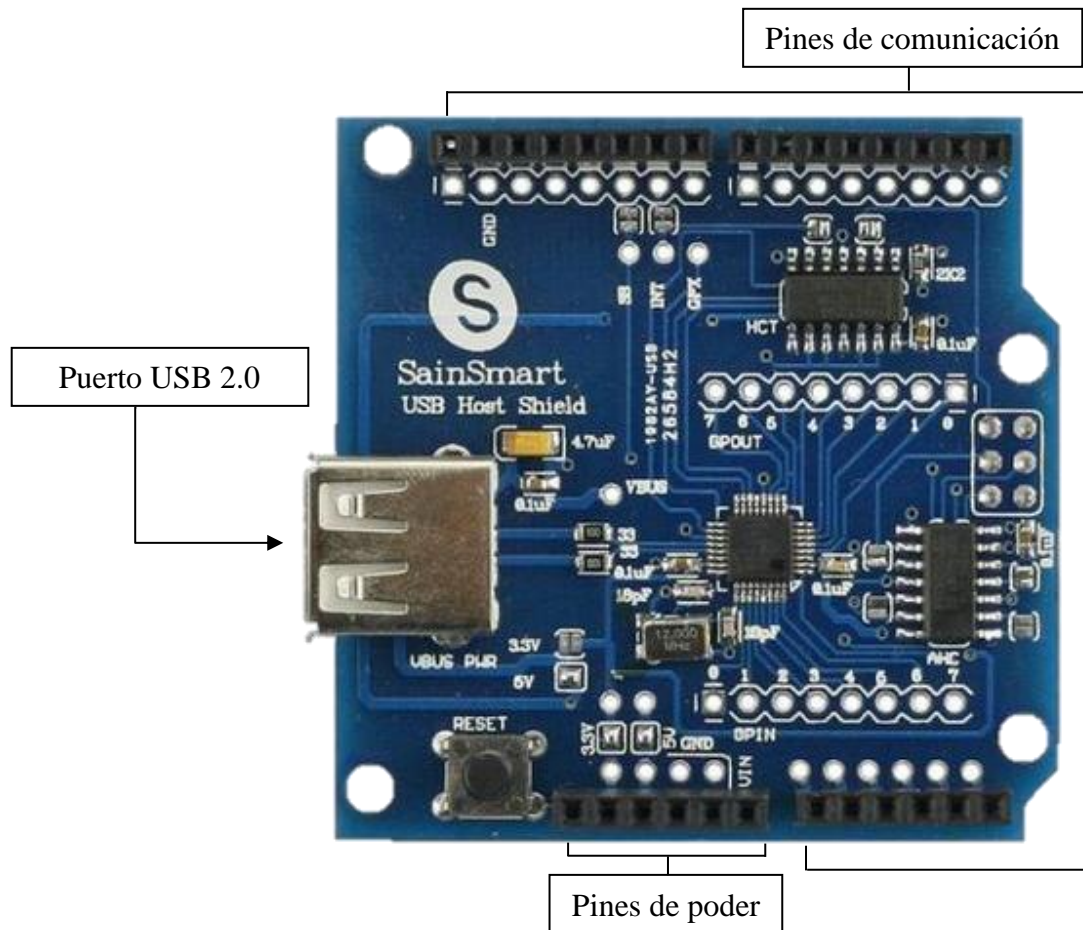
Figura 2. Micro controlador Arduino Mega 2560



USB Host Shield

El *USB Host Shield* contiene circuitos digitales y analógicos así como un controlador periférico USB/USB host de alta velocidad que permite conectar dispositivos periféricos vía USB (70). El costo de esta placa fue de 17 soles (5 USD aproximadamente). Esta placa permite capturar los datos obtenidos por el tensiómetro (Figura 3).

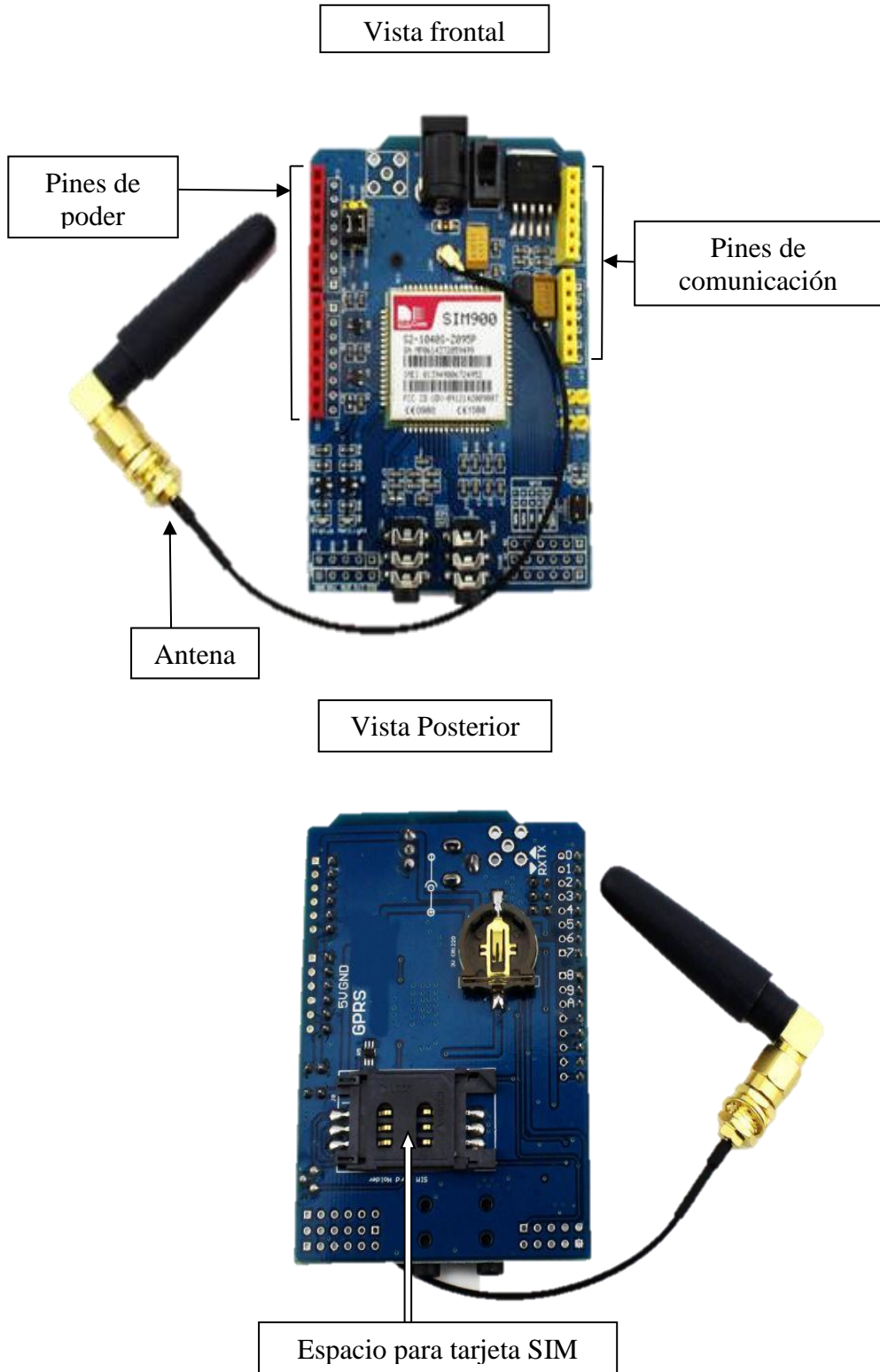
Figura 3. Placa *USB Host Shield*



Módulo GPRS SIM 900

El módulo GPRS es una placa basada en el micro chip Quad-band/SIM900A de doble banda GSM/GPRS (Figura 4). Esta placa se comunica con otros controladores a través de comandos AT (71). Luego de recibir los datos obtenidos por el USB host *shield*, esta placa envía los datos vía SMS. El costo de esta placa fue de 37 soles (11 USD aproximadamente). Se utilizaron tarjetas SIM prepago de proveedores locales con buena señal en el área de estudio. Se evaluó la calidad de la señal del equipo al momento de dejar el equipo de tele-monitoreo en las casas de los participantes, se realizó una medida de presión de prueba y se verificó la recepción del SMS en el celular destinado para el trabajo de campo, no se entregaron equipos en las casas de los participantes sin haber recibido el mensaje de verificación. Luego de evaluar a los diferentes proveedores se optó por utilizar tarjetas SIM de la marca Claro®, por la mayor cobertura en la zona de estudio. El flujo de operaciones del Hardware está descrito en el Anexo 1.

Figura 4. Módulo GPRS SIM 900



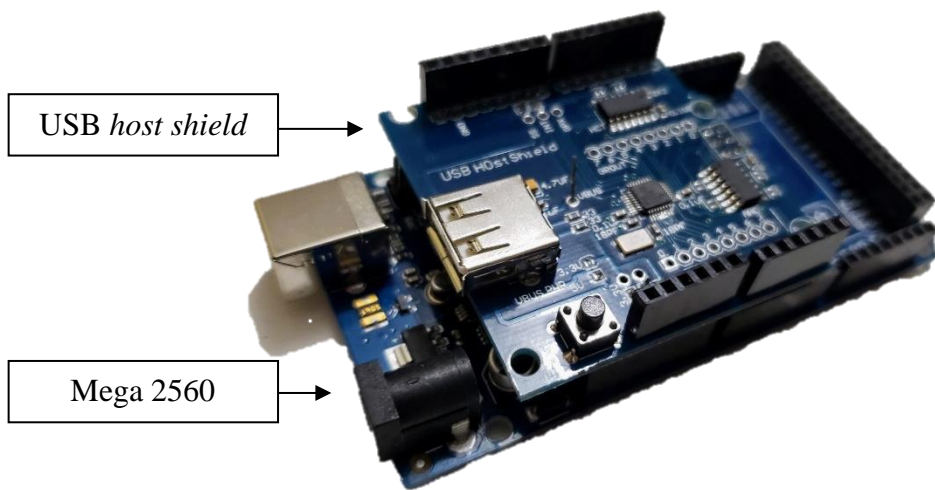
Sistema de tele-monitoreo

Ensamblaje del sistema

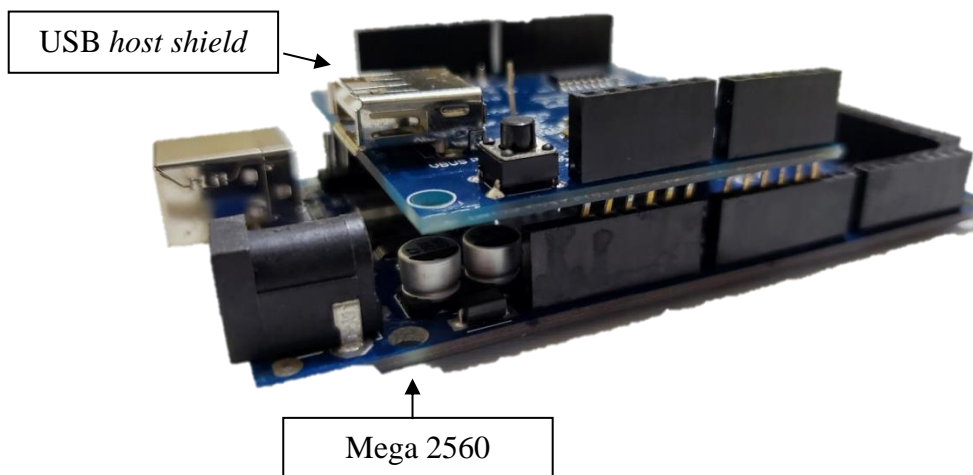
Debido a que el Mega 2560 y el USB *host shield* son placas modulares, se pudieron ensamblar una encima de la otra (Figura 5).

Figura 5. Ensamblaje modular del Mega 2560 y el USB *host shield*

Vista superior

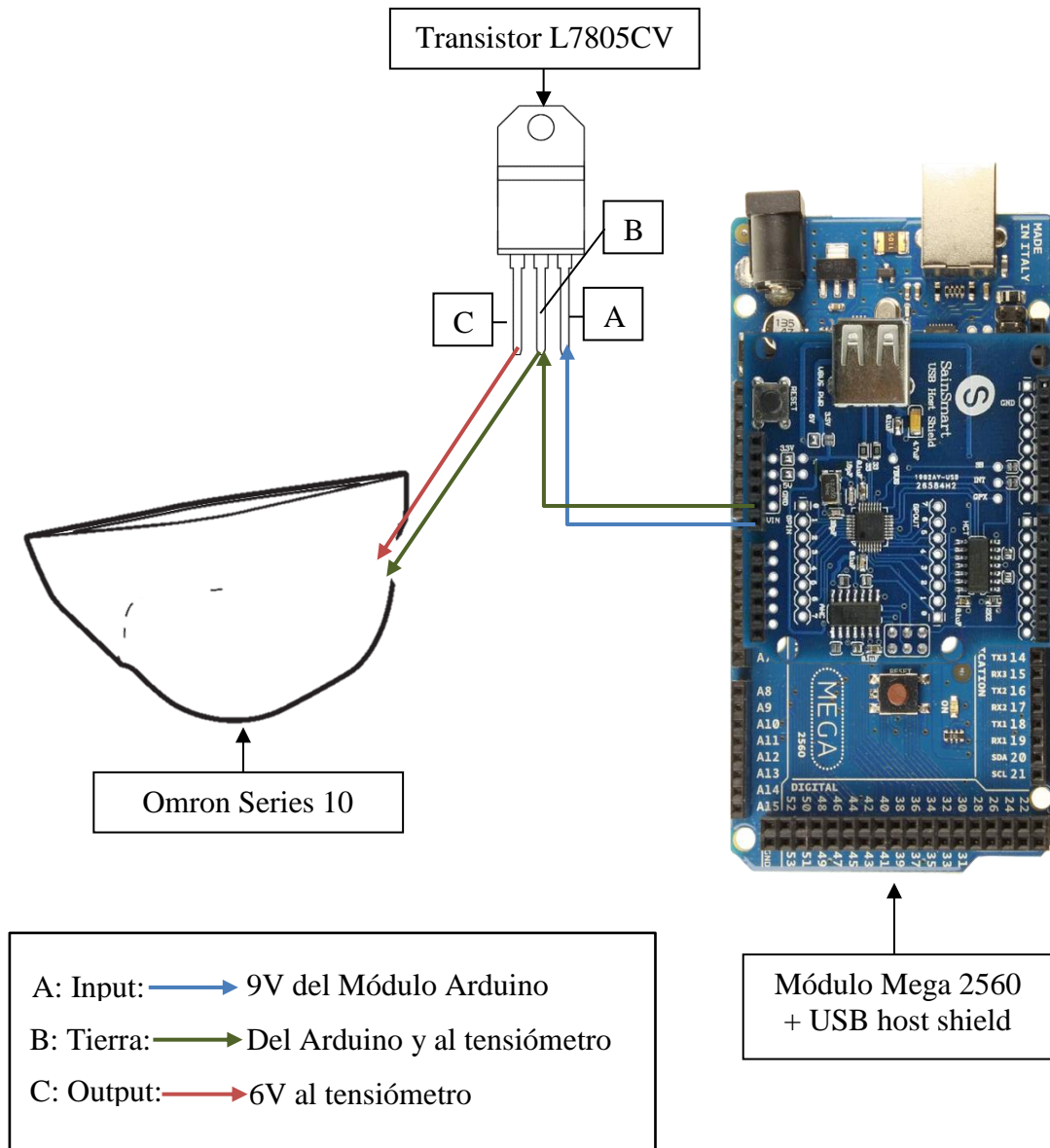


Vista lateral



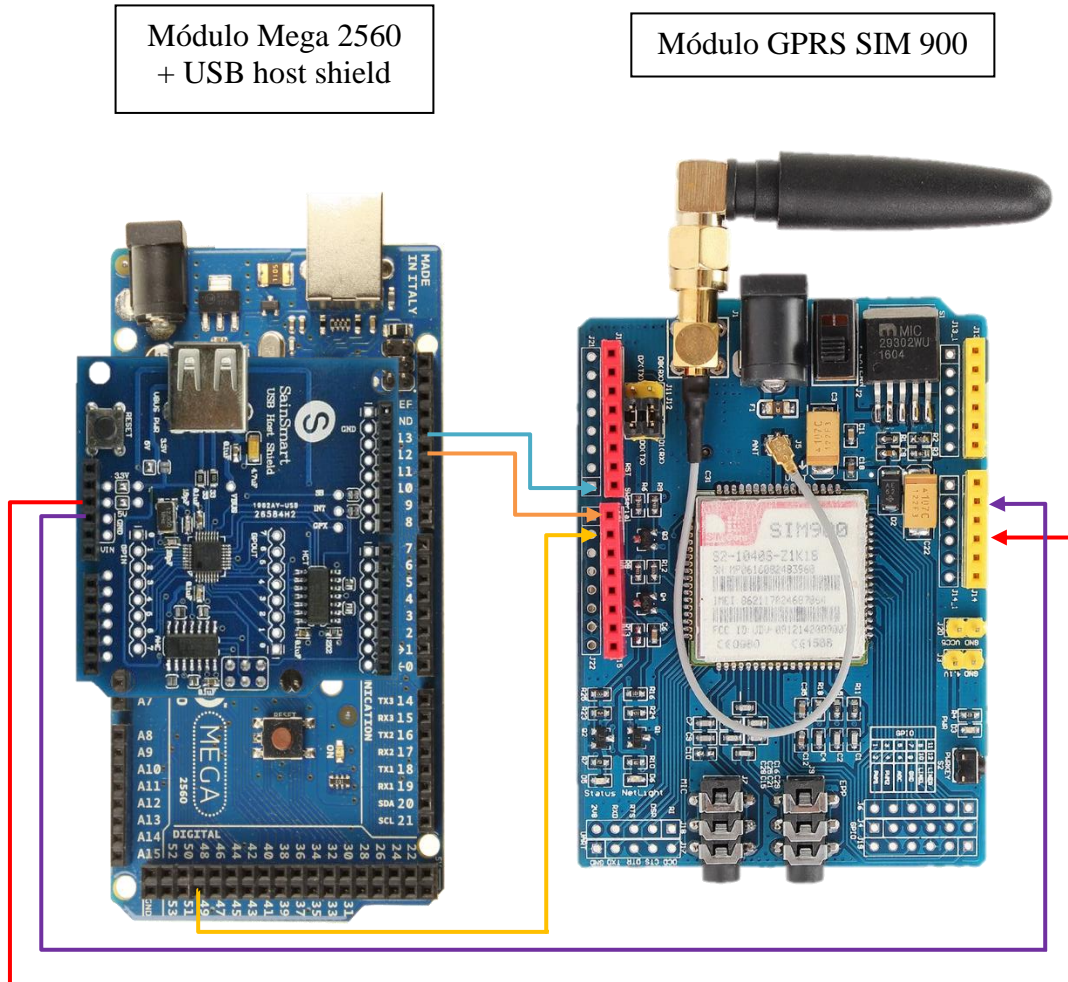
La alimentación del tensiómetro se dio a partir del pin de poder de 9V del Arduino Mega 2560 y su correspondiente pin de tierra. Debido a que se requerían 6V para alimentar al tensiómetro, se utilizó un transistor L7805CV (72) (Figura 6).

Figura 6. Alimentación del tensiómetro a partir del módulo Mega 2560 + USB host shield.



El módulo GPRS SIM 900 se alimentó a partir del pin de poder de 5V del Arduino Mega 2560 y su correspondiente pin de tierra. Así mismo, se estableció la comunicación serial a través del pin 12 y 13 del Arduino Mega 2560 hacia los pines 7 y 8 respectivamente del módulo GPRS SIM 900. Debido a que era necesario encender vía software el módulo GPRS, se conectó un puente entre el pin 49 del Arduino Mega 2560 y el pin 9 del módulo GPRS (Figura 7).

Figura 7. Conexión entre el módulo Mega 2560 + USB *host shield* y el módulo GPRS SIM 900.



Conexión alimentación de poder:

- 5V del Mega 2560 al GPRS SIM 900
- Tierra del Mega 2560 al GPRS SIM 900

Conexión de comunicación:

- Del pin 12 del Mega 2560 al pin 7 del GPRS SIM 900
- Del pin 13 del Mega 2560 al pin 8 del GPRS SIM 900
- Del pin 49 del Mega 2560 al pin 9 del GPRS SIM 900

Figura 8. Ensamblaje total del equipo de tele-monitoreo

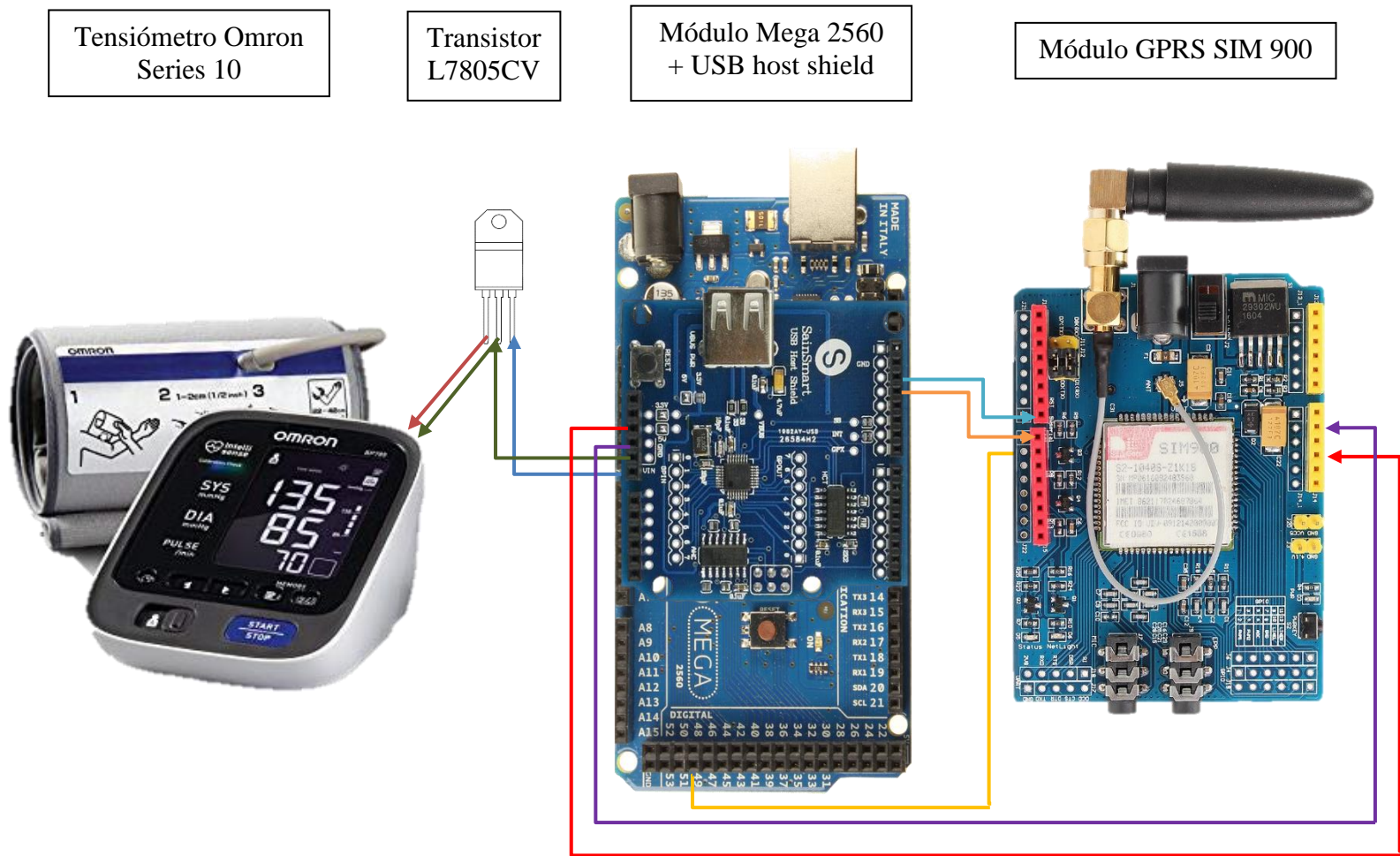
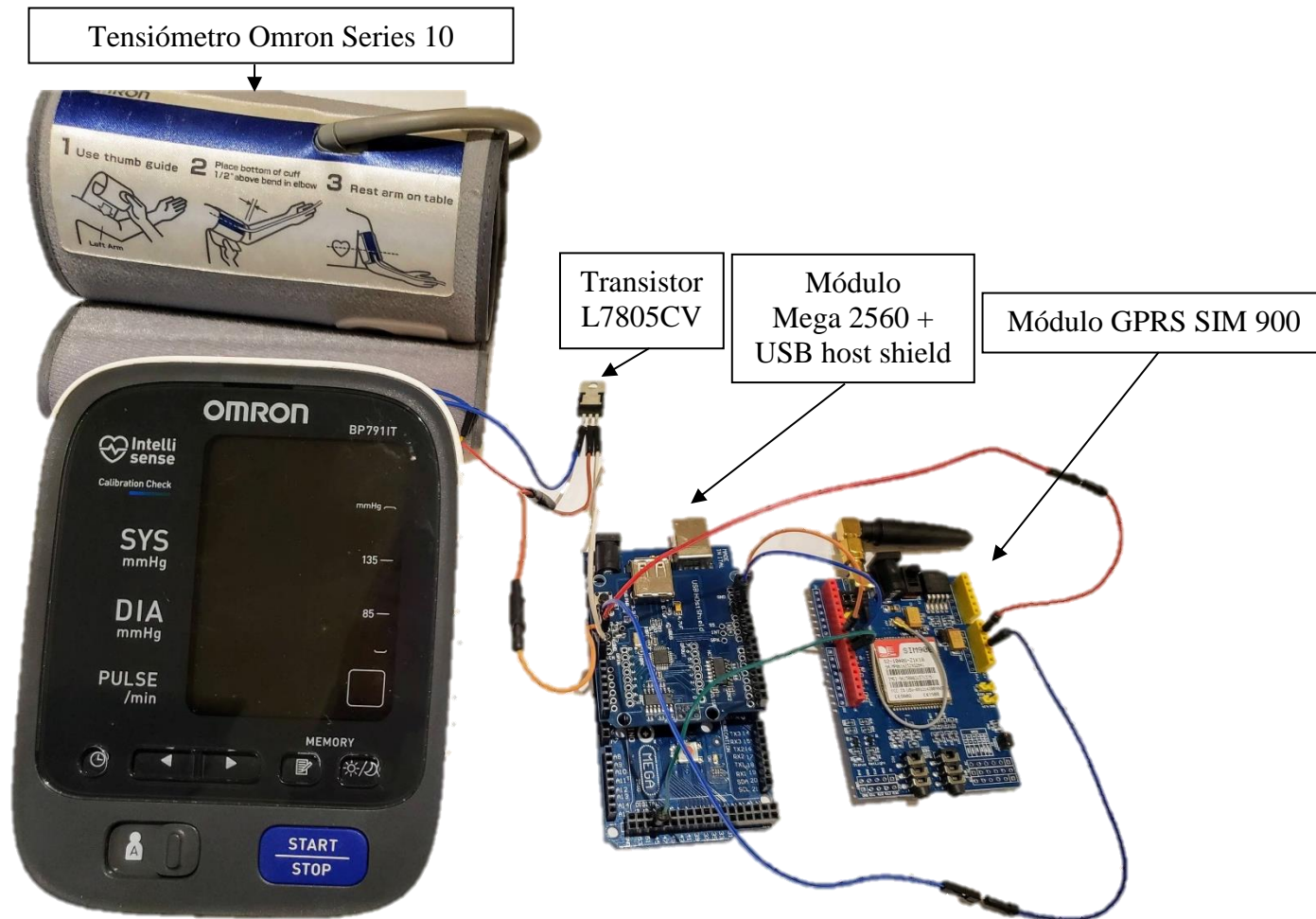


Foto 1. Foto de ensamblaje total del equipo de tele-monitoreo



Para facilitar el uso del sistema, se confeccionó una caja para ocultar las placas de desarrollo y solo dejar a la vista el tensiómetro. Se confeccionaron 4 equipos de tele-monitoreo (Foto 2).

Foto 2. Versión final de los equipos de tele-monitoreo.



Desarrollo del *software*

Arduino posee su propio entorno de desarrollo integrado (Arduino Integrated Development Environment IDE), es una aplicación multiplataforma (para Windows, macOS, Linux) que está escrita en el lenguaje de programación Java. Esta plataforma permite desarrollar, compilar y cargar programas en una placa Arduino. El código fuente para el IDE es libre bajo la Licencia Pública General de GNU.

Para el desarrollo del programa se utilizaron las siguientes librerías de Arduino: “hiduniversal.h”, “hiddescriptorparser.h” y “SoftwareSerial.h”. Las dos primeras para establecer la comunicación con el USB *host shield*, y la última para el módulo GPRS.

Conexión inicial

El programa inicia la comunicación serial verificando que el USB *host shield* se encuentre conectado e inicializado. Luego permanece a la espera de ser conectado al tensiómetro. El código se encuentra en detalle en el Anexo 1a.

Reconocimiento USB

Una vez el tensiómetro es conectado al USB *host shield* se inicial la función “Omron_go”. Esta función fue creada por el Ingeniero Daniel Mendoza, como parte del equipo del desarrollo del sistema. La función se desarrolló en base a la documentación provista por el proyecto “Libomron” (Kyle Machulis/Nonpolynomial Labs), el cual ha descrito el protocolo de recuperación de datos vía USB de equipos médicos Omron® utilizados en el hogar (73).

La función “Omron_go” está dividida en 2 fases. La primera establece el protocolo de comunicación entre el USB *host shield* y el tensiómetro, luego de esto, la segunda fase

recoge los datos obtenidos por la última medición del tensiómetro. Una vez capturado los datos, se crea una línea de texto concatenando la información recibida por el tensiómetro. Los datos incluyen la PAS, PAD y la frecuencia cardiaca.

La línea de texto es almacenada para su posterior uso. El código se encuentra en detalle en el anexo 1b.

Envío por SMS

Luego de que la función “Omron_go” almacena los datos en la línea de texto, se procede a encender el módulo GPRS. Mediante comandos AT se establece el número de destinatario, así como el contenido del mensaje, para lo cual se utiliza la línea de texto obtenida en el paso anterior. Luego del envío del SMS, el programa finaliza. El código se encuentra en detalle en el anexo 1c.

Los datos de presión arterial fueron enviados a un teléfono celular del estudio y fueron subidos a una plataforma digital (Google Sheets) la cual estuvo disponible en la computadora del centro de salud de “Condevilla”.

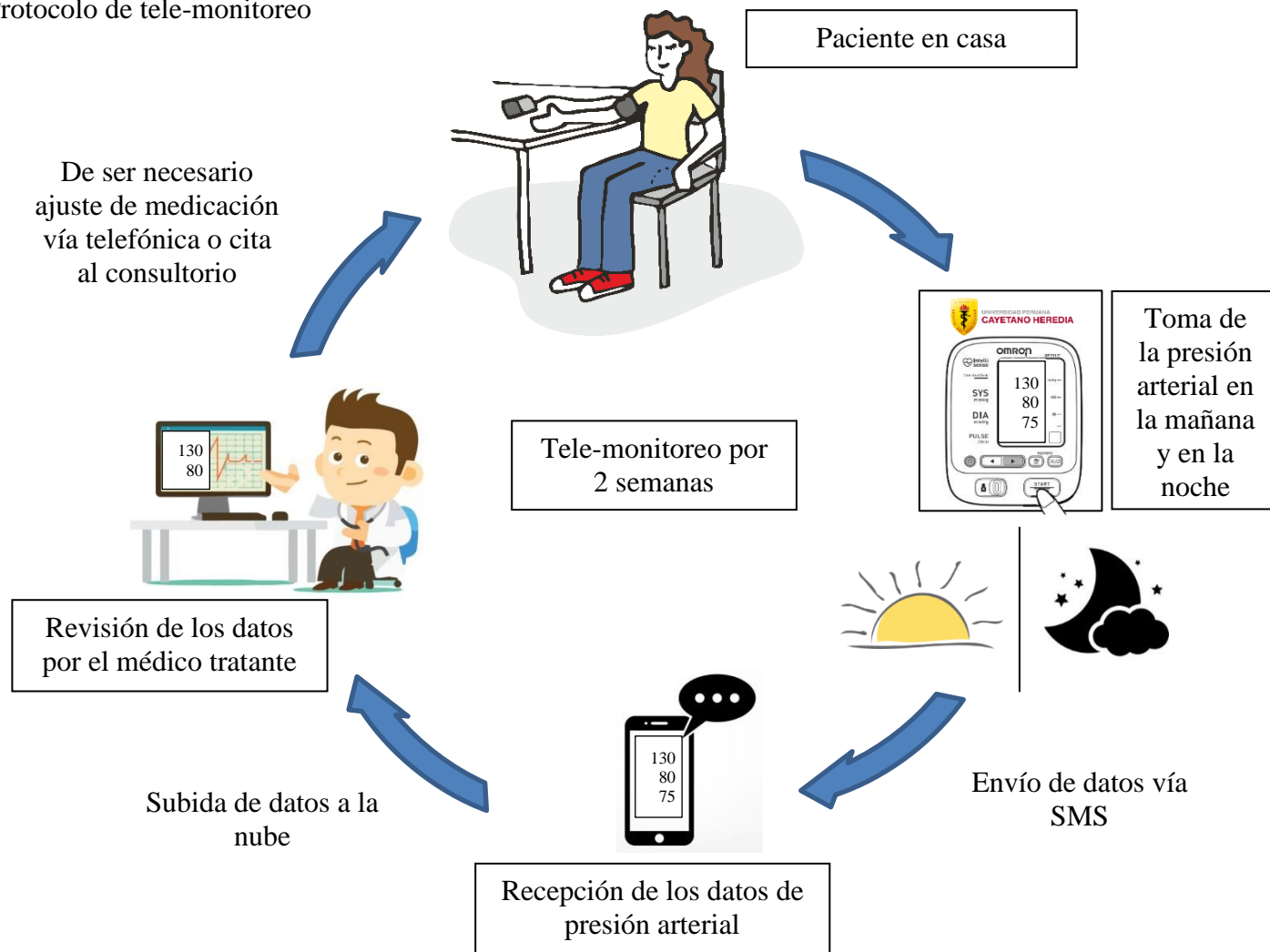
El paciente al finalizar la toma de presión arterial, solo tiene que conectar el cable USB al tensiómetro, y el resto del sistema funciona de manera automática, sin que el paciente tenga que realizar otra acción.

Protocolo de tele-monitoreo

Los participantes del grupo de intervención recibieron el equipo de tele-monitoreo, junto con una sesión educativa y una guía gráfica para su uso (anexo 3).

Se les pidió a los participantes al menos 2 medidas de presión en las mañanas y 2 en las noches por un periodo de 2 semanas. Se hizo especial énfasis en las condiciones de reposo, y la posición del cuerpo para obtener una adecuada medición. Las medidas de presión arterial estuvieron disponibles para el personal de salud del centro de “Condevilla” los cuales tomaron decisiones en base a las medidas. Estas decisiones pudieron ser un ajuste o cambio en la medicación, o citar al paciente al consultorio.

Esquema 1. Protocolo de tele-monitoreo



Grupo control

El grupo control recibió el monitoreo habitual basado en visitas al centro de salud para la toma de presión arterial de manera periódica o de acuerdo a lo recomendado por el médico tratante.

Aleatorización de grupos

Se realizó una selección de los pacientes en la consulta del centro de salud “Condevilla”. De cumplir con los criterios de inclusión y exclusión se les invitó a participar en el estudio, luego de aceptar y firmar el consentimiento informado. Se realizó una aleatorización por bloques completos de 4 (2 controles, 2 intervención) hasta llegar al total de 40 participantes enrolados, 20 en el grupo de intervención y 20 en el grupo control.

Definición operacional de variables

Presión Arterial:

Se realizó la medición de la presión arterial, tres veces, en el brazo no dominante, con intervalo de 3 min previo reposo de 5 minutos sentado en silla. Se utilizó un tensiómetro calibrado. La toma de presión se realizó al inicio del estudio y al término del mismo luego de 4 semanas.

Parámetros antropométricos:

Se recogieron los parámetros de peso y talla a partir de lo registrado en la historia clínica el día del enrolamiento, posteriormente se calculó el IMC (calculado como talla en kg/altura en m²).

Características clínico epidemiológicas:

Adicionalmente a las mediciones previamente mencionadas, se recolectaron las características demográficas: sexo, edad, lugar de nacimiento y lugar de procedencia; clínicas: tiempo de diagnóstico de hipertensión arterial, antecedentes familiares, factores de riesgo y comorbilidades; y de tratamiento: medicación, número de fármacos, y tiempo de tratamiento. Estas características fueron recogidas mediante un cuestionario aplicado al paciente.

Experiencia de uso:

Al finalizar el seguimiento se realizó una encuesta sobre las características del sistema, para evaluar la opinión de los usuarios del sistema. El cuestionario consta de 10 ítems con alternativas en escala de Likert del 1 – 5. Al finalizar se realizó una pregunta general sobre recomendaciones o sugerencias. El cuestionario ha incluido las principales variables de interés para el estudio tomando como referencia ítems del cuestionario de experiencia del usuario (74).

Procedimientos y técnicas

Los pacientes fueron enrolados en la consulta del centro de salud “Condevilla”, luego de verificar los criterios de inclusión y exclusión, se les invitó a participar del estudio. Los pacientes fueron informados de los objetivos del estudio, así como de los procedimientos y requerimientos del mismo. De la misma manera, se les informó que podrían participar de cualquiera de los 2 grupos de estudio y podrían retirarse en cualquier momento si así lo quisieran. De aceptar, se les pidió firmar el documento del consentimiento informado.

Luego de la aleatorización de grupos, a aquellos en el grupo de intervención, se les dio una sesión de entrenamiento en el uso del sistema de tele-monitoreo. Se les brindó información sobre la adecuada colocación del brazalete, así como sobre la posición correcta del cuerpo durante la toma de presión. Se les entregó una guía informativa así como un manual de uso (Anexo 3).

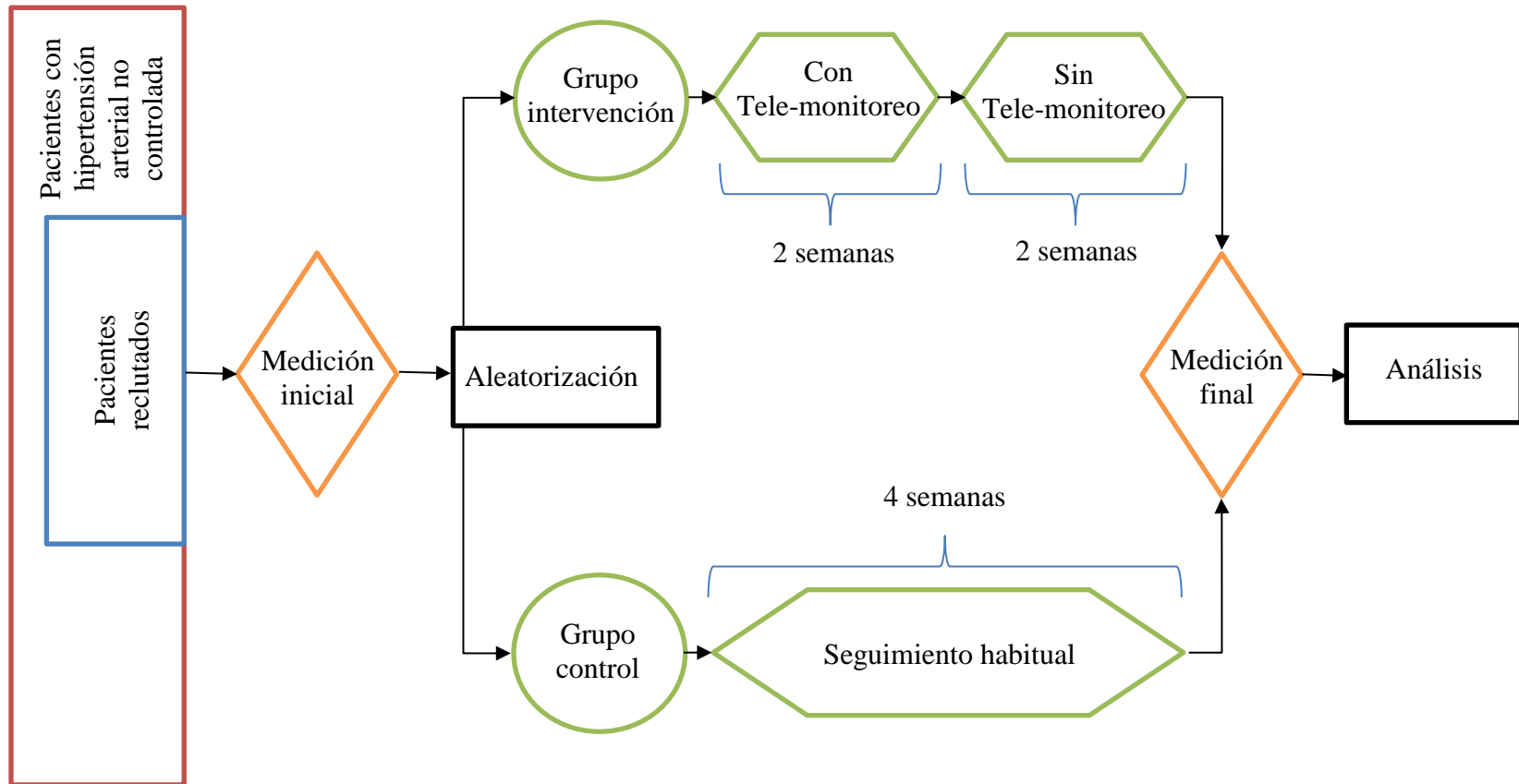
Se acompañó a los participantes del grupo de intervención a su casa y se eligió junto con el paciente el lugar más adecuado para la toma de presión. Luego de elegido el lugar, se verificó la señal del equipo y la recepción del mensaje, mediante una toma de presión de prueba que fue descartada.

De no contar con más de 2 mediciones seguidas de presión arterial por parte del paciente, se comunicó vía telefónica para evaluar las razones y continuar con el monitoreo.

La toma de decisión del ajuste de la medicación o citar al paciente fue dada por el médico tratante del centro de salud.

Luego de las 2 semanas de tele-monitoreo se realizó la medición final 2 semanas después. En caso de aquellos pacientes en el grupo control, se tomó una medición inicial y otra final luego de 4 semanas (Esquema 2).

Esquema 2. Diseño de la intervención



Plan de análisis

El análisis estadístico primario se realizó mediante la prueba de t de student para dos muestras independientes comparando el cambio en la presión arterial entre el grupo de intervención y el grupo control, medida entre la línea de base y luego de las 4 semanas de seguimiento.

Exploratoriamente se evaluó el cambio en los valores de presión arterial en el grupo de intervención a las 2 semanas luego del uso del equipo y a las 4 semanas al finalizar el seguimiento mediante la prueba de t test para muestras no independientes.

Las variables cualitativas han sido expresadas como porcentaje (%) y se evaluó asociación mediante la prueba exacta de Fisher o Chi²; mientras que las variables cuantitativas como media \pm desviación estándar y fueron evaluadas mediante la prueba de t de student en aquellas variables que presenten distribución normal, de lo contrario se utilizó la prueba de Mann Whitney y las variables se han expresado como mediana y rango inter-cuartil. El nivel de significancia será dado por un valor de $p < 0,05$. El análisis estadístico se realizó utilizando el programa STATA 15 (StataCorp LLC).

Aspectos éticos

Se pidió consentimiento informado escrito a los participantes del estudio. El equipo incluirá una tarjeta SIM que será recargada por los investigadores del estudio, asimismo el costo del equipo como de los paquetes de mensajería serán cubiertos por los investigadores durante todo el seguimiento.

El presente protocolo fue aprobado por el “Comité Institucional de Ética” de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, así como por el jefe del establecimiento del centro de Salud “Condevilla”.

Los datos se obtuvieron de manera confidencial, se separaron de la base de datos del análisis los identificadores personales, que fueron almacenados en una base separada, guardada con contraseña a la que solo los investigadores tuvieron acceso.

El protocolo de estudio fue registrado en clinicaltrials.gov (NCT03524456).

Resultados

Reclutamiento de participantes

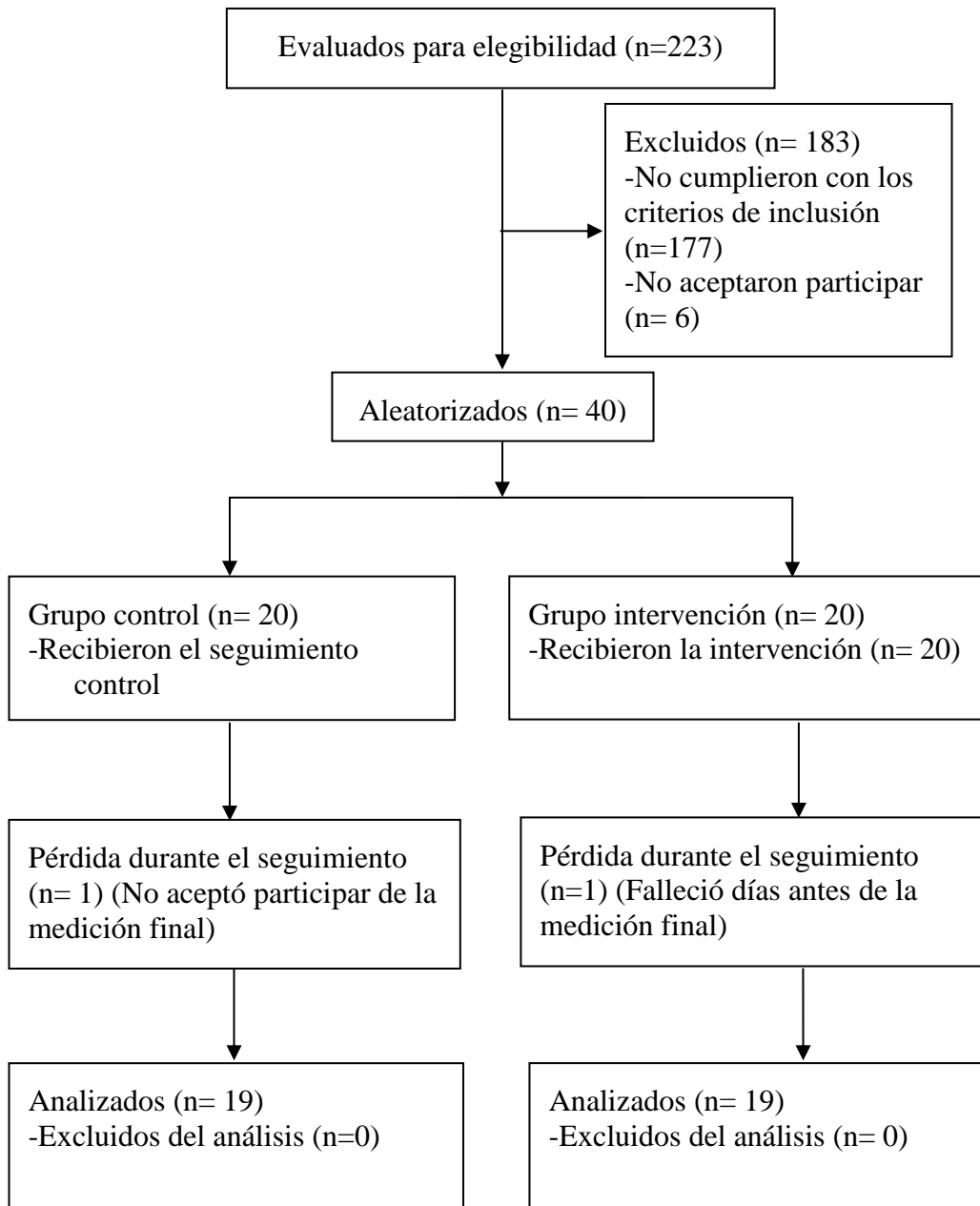
El reclutamiento y seguimiento de pacientes tomó lugar entre los meses de abril y agosto del 2018. Fueron evaluados para elegibilidad un total de 223 pacientes, de los cuales fueron excluyeron 183 pacientes (134 no presentaron diagnóstico de hipertensión arterial, 23 tuvieron menos de 3 meses de diagnóstico y 20 no estuvieron en tratamiento farmacológico durante el reclutamiento, y 6 pacientes no aceptaron participar del estudio).

Se reclutaron en el estudio un total de 40 pacientes los cuales fueron aleatorizados; 20 en el grupo control y 20 en el grupo de intervención.

De los pacientes en el grupo control, una participante se perdió durante el seguimiento debido a que no aceptó realizarse la segunda medición. Asimismo, del grupo de intervención una paciente fue perdida durante el seguimiento debido a que falleció días antes de realizarse la segunda medición.

En total se incluyeron 38 participantes al análisis final, 19 en el grupo control y 19 en el grupo intervención (Figura 9).

Figura 9. Diagrama de flujo CONSORT de individuos participantes a lo largo del ensayo



Datos basales

Datos demográficos:

La mayoría de participantes fueron de sexo femenino (n=26; 68,4%), con un promedio de $68,1 \pm 10,8$ años de edad, y un IMC promedio de $29,5 \pm 4,0$ Kg/m².

De la misma manera, la mayoría de participantes nacieron en Lima (n=14; 36,8%), tuvieron estado civil casado o conviviente (n=22; 57,9%), con grado de instrucción primaria (n=24; 63,2%) y la ocupación más frecuente fue ser ama de casa (n=20; 52,6%).

Debido a que se encontró una diferencia significativa en el estado civil, se dicotomizó esta variable (casados y no casados) y se evaluó su efecto sobre la variable de interés de cambio de presión sin encontrar una modificación significativa (p=0,240).

Datos clínicos:

El promedio del tiempo de diagnóstico de hipertensión arterial fue de $11,1 \pm 7,7$ meses, mientras que el tratamiento farmacológico más frecuente fue el de inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (IECA) (n=24; 63,2%). Se encontró una baja adherencia al tratamiento en los participantes del estudio (n=6; 15,8%).

Así mismo, se encontró que la mayoría de participantes presentó antecedentes familiares de hipertensión (n=21; 55,3%). En cuanto a las comorbilidades, la enfermedad más frecuente fue la Diabetes Mellitus (n=9; 23,7%).

No se encontraron diferencias en las variables demográficas o clínicas entre ambos grupos de estudio (p>0,05) (Tabla 1).

Tabla 1. Características generales de los participantes por grupos de estudio

	Control	Intervención	Total	p
Sexo femenino	16 (84,2%)	10 (52,6%)	26 (68,4%)	0,079
Edad (años)	68,7 ± 11,5	67,5 ± 10,3	68,1 ± 10,8	0,744
IMC (Kg/m ²)	29,4 ± 3,4	29,5 ± 4,6	29,5 ± 4,0	0,988
Nacido/a en Lima	5 (26,3%)	9 (47,4%)	14 (36,8%)	0,313
Estado civil				
Soltera/o	3 (15,8%)	2 (10,5%)	5 (13,2%)	0,026
Casado/Conviviente	7 (36,8%)	15 (79,0%)	22 (57,9%)	
Divorciada/o	1 (5,3%)	0	1 (2,6%)	
Viuda/o	8 (42,1%)	2 (10,5%)	10 (26,3%)	
Grado de Instrucción				
Primaria	13 (68,4%)	11 (57,9%)	24 (63,2%)	0,788
Secundaria	5 (26,3%)	6 (31,6%)	11 (29,0%)	
Superior	1 (3,3%)	2 (10,5%)	3 (7,9%)	
Ocupación				
Ama de casa	11 (57,9%)	9 (47,4%)	20 (52,6%)	0,455
Trabajo eventual	2 (10,5%)	5 (26,3%)	7 (18,4%)	
Trabajo fijo	6 (31,6%)	5 (26,3%)	11 (29,0%)	
Tiempo de diagnóstico de HTA (meses)	10 (5 - 12)	10 (3 - 16)	10 (5 - 15)	0,918
Tratamiento				
IECA	15 (79,0%)	9 (47,4%)	24 (63,2%)	0,248
ARA-II	3 (15,8%)	5 (26,3%)	8 (21,1%)	
BCC	0	1 (5,3%)	1 (2,6%)	
ARA-II + BCC	1 (5,3%)	3 (15,8%)	4 (10,5%)	
IECA + BCC + ARA-II	0	1 (5,3%)	1 (2,6%)	
Antecedentes familiares	10 (52,6%)	11 (57,9%)	21 (55,3%)	1
Co-morbilidades				
Diabetes	6 (31,6%)	3 (15,8%)	9 (23,7%)	0,447
Otros	14 (73,7%)	12 (63,2%)	26 (68,4%)	0,728

HTA: Hipertensión arterial, IECA: Inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina, ARA-II: Antagonistas de los receptores de la angiotensina II, BCC: bloqueadores de los canales de calcio

En el total de la muestra, el promedio de presión arterial sistólica (PAS) en la medición inicial fue de $156,7 \pm 13,7$ mmHg, mientras que la presión arterial diastólica (PAD) fue de $86,6 \pm 9,6$ mmHg; no hubo diferencias entre el grupo control y grupo intervención ($p>0,05$).

En cuanto a la medición final, el promedio de PAS fue de $144,9 \pm 15,8$ mmHg, y la PAD fue de $82,3 \pm 10,6$ mmHg; sin diferencias entre ambos grupos de estudio ($p>0,05$) (Tabla 2 y Figura 10).

Análisis principal

La diferencia en los valores de PAS (medición final – medición inicial) fue de $-16,3 \pm 16,7$ mmHg en el grupo de intervención, mientras que en el grupo control fue de $-7,2 \pm 14,9$ mmHg (0,087). De igual forma, la diferencia en los valores de PAD fue de $-7,2 \pm 9,8$ mmHg en el grupo de intervención mientras que en el grupo control fue de $-1,2 \pm 6,4$ mmHg (0,032) (Figura 11).

Tabla 2. Cambio en los valores de presión arterial entre la medición inicial y medición final por grupo de estudio.

	Control	Intervención	Total	p
Medición inicial				
PAS (mmHg)	157,0 ± 15,2	156,3 ± 12,4	156,7 ± 13,7	0,880
PAD (mmHg)	84,8 ± 9,1	88,3 ± 9,9	86,6 ± 9,6	0,276
Medición final				
PAS (mmHg)	149,8 ± 17,4	140,1 ± 12,6	144,9 ± 15,8	0,056
PAD (mmHg)	83,6 ± 10,9	81,1 ± 10,3	82,3 ± 10,3	0,460
MF - MI				
PAS (mmHg)	-7,2 ± 14,9	-16,3 ± 16,7	-11,7 ± 16,3	0,087
PAD (mmHg)	-1,2 ± 6,4	-7,2 ± 9,8	-4,2 ± 8,7	0,032

PAS: Presión arterial sistólica, PAD: Presión arterial diastólica, MF: Medición final, MI: Medición inicial,

Figura 10. Promedio y desviación estándar entre la medición inicial y final de los valores de presión arterial por grupo de estudio

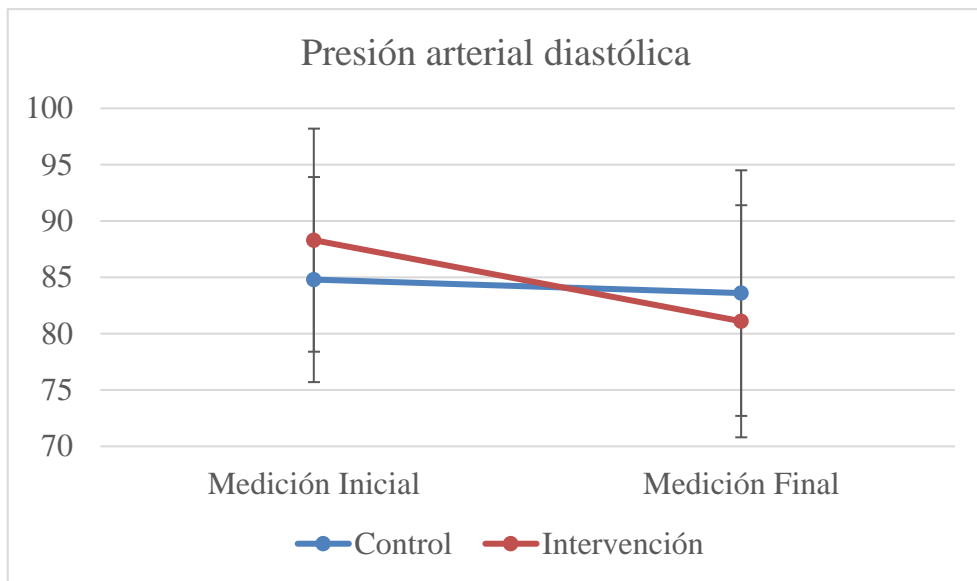
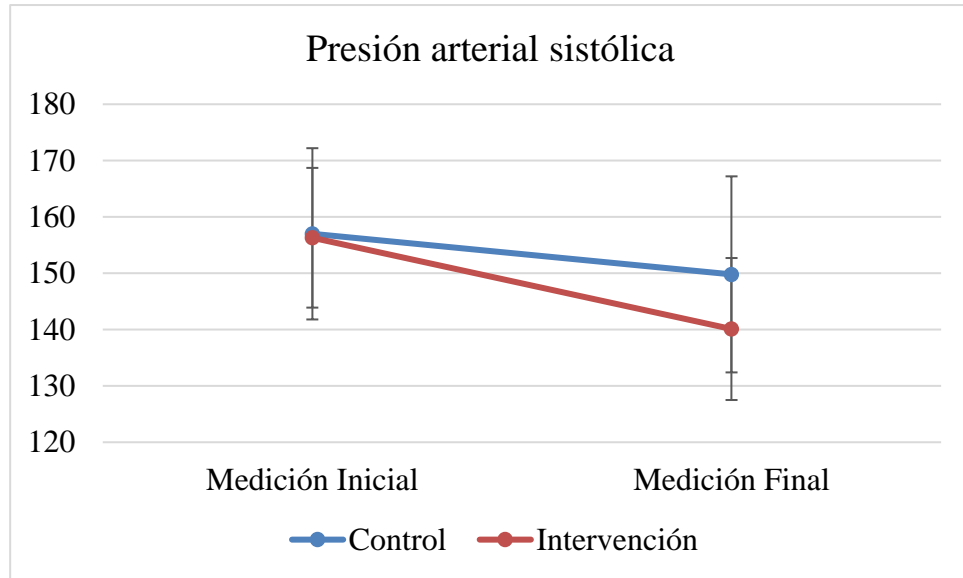
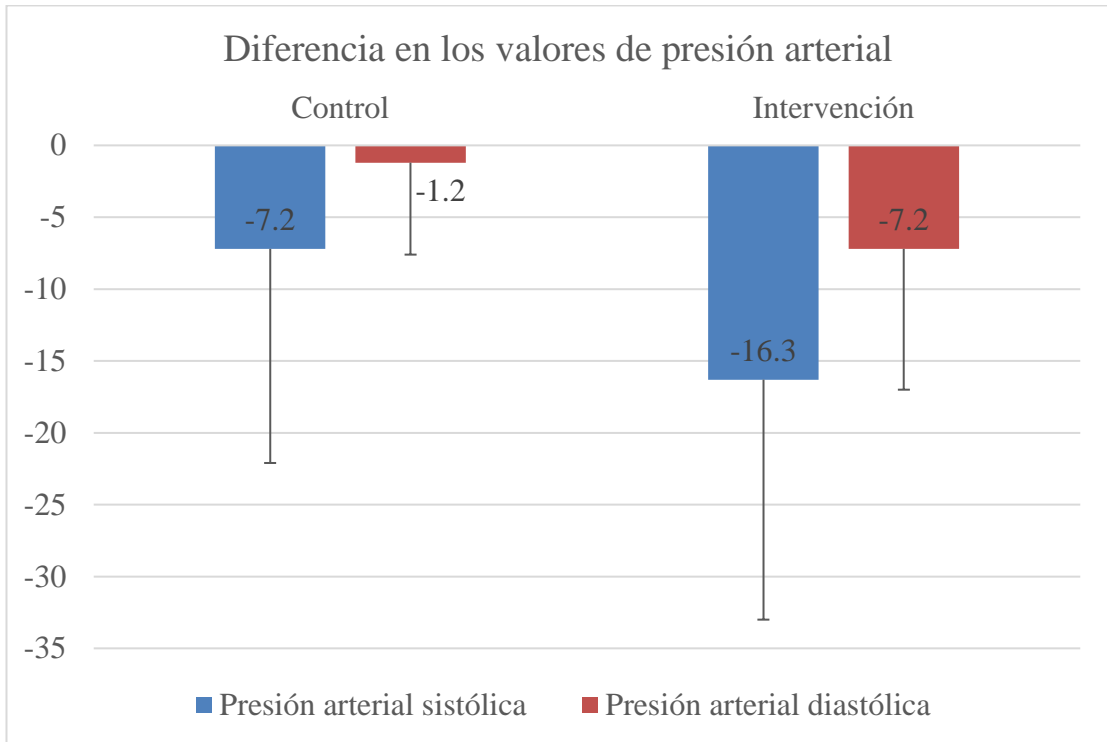


Figura 11. Promedio y desviación estándar de la diferencia en los valores de presión arterial por grupo de estudio



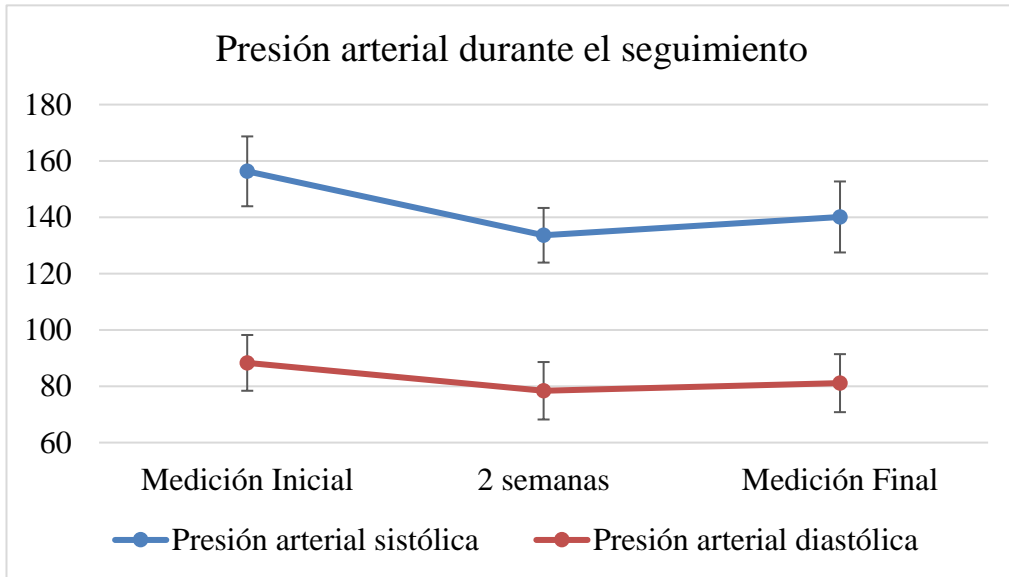
Análisis secundario

Exploratoriamente se evaluó el cambio en los valores de presión arterial en el grupo de intervención luego de las 2 semanas del uso del sistema de tele-monitoreo. Los valores de PAS presentaron una reducción promedio significativamente menor de $-22,7 \pm 14,4$ mmHg comparado con la reducción a la medición final ($-16,3 \pm 16,7$ mmHg; $p=0,018$).

Asimismo, los valores de PAD presentaron una reducción promedio de $-9,8 \pm 10,2$ mmHg sin ser significativamente diferente a la medición final ($-7,2 \pm 9,8$ mmHg; $p=0,306$).

En este sentido, se observó un aumento promedio en los valores de PAS de $+6,4 \pm 10,8$ mmHg y en los valores de PAD de $+2,6 \pm 10,9$ mmHg luego de las 2 semanas del uso del sistema de tele-monitoreo hasta la medición final (Figura 12).

Figura 12. Cambio en los valores de presión arterial en el grupo de intervención durante el seguimiento.



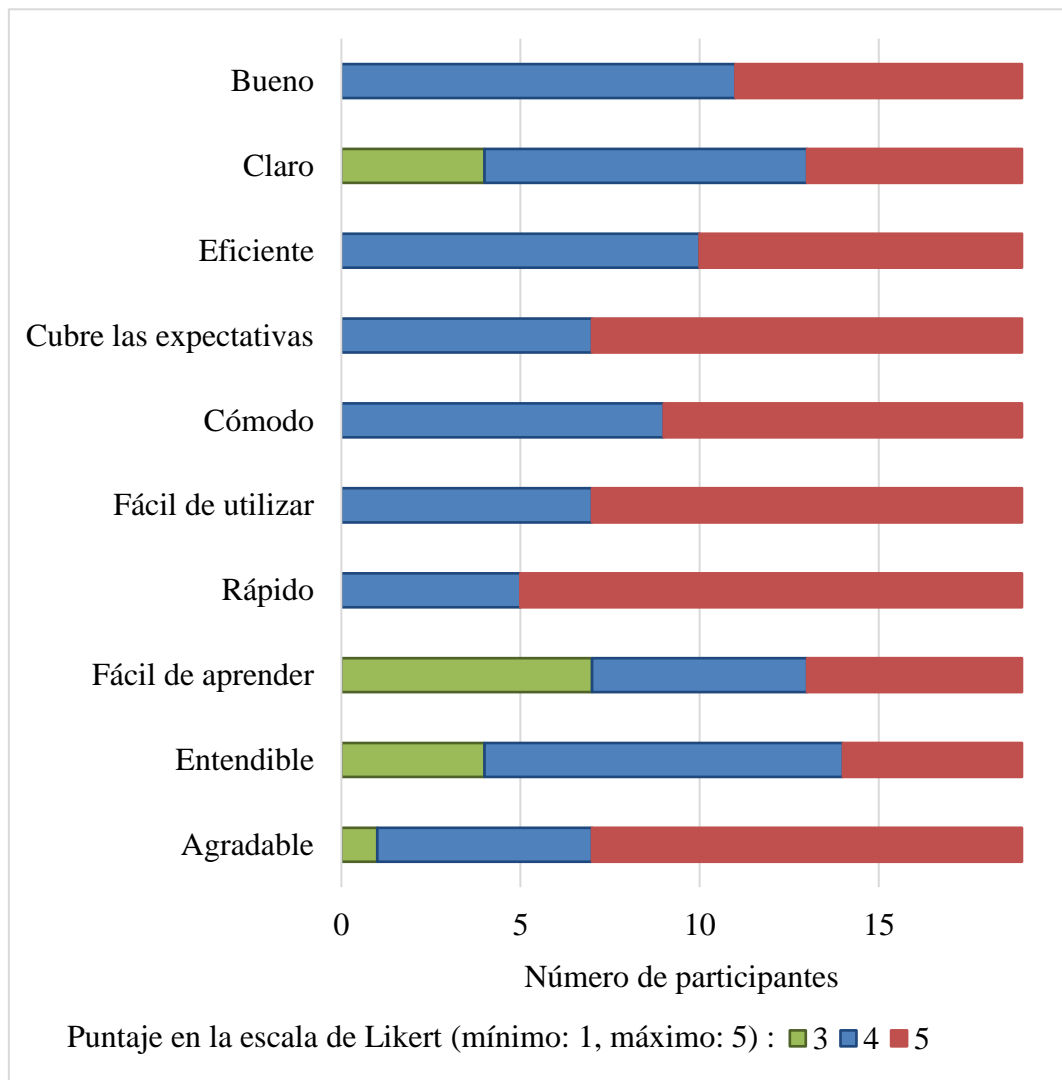
En cuanto al uso de del sistema, la mayoría de pacientes cumplieron con el esquema de medición (toma de presión arterial durante el día y la noche) durante los 14 días establecidos (n=7; 36,8%), seguido por 13 días (n=4; 21,1%), 12 días (n=1; 5,3%), 11 días (n=2; 10,5%), y 10 días (n=4; 21,1%). Mientras que el número mínimo de días de uso del sistema fue de 9 días (n=1; 5,26%).

La mediana de hora para la toma de presión durante el día fue de fue de 09:00 Hrs (07:34 – 10:13), mientras que para la toma durante la noche fue de 21:56 Hrs (19:38 – 22:35). No se encontraron diferencia entre las tomas del día y de la noche de PAS (p=0,7212) o de PAD (p=0,8770)

En relación a las medidas tomadas por el personal médico en el grupo de intervención, se realizó un cambio de medicación en 4 participantes (21,1%) (en 3 pacientes se realizó el cambio de Captopril 25mg c/ 12hrs a Enalapril 10 mg c/12 horas y en 1 paciente de Losartan 50 mg c/24 horas a Losartan/hidroclorotiazida 25mg/100 mg c/24 hrs). Se incrementó la dosis de la medicación en 5 participantes (26,3%) (En 2 pacientes de Enalapril 5mg a Enalapril 10 mg c/12 hrs, en 1 paciente de Enalapril 10mg a 20 mg c/12 horas, 1 paciente de Losartan 25mg a Losartan 50 mg c/12 hrs, y en 1 paciente de Amlodipino 5 mg a 10 mg c/24 hrs) y se citaron al consultorio a 2 pacientes (10,5%).

En cuanto a la experiencia de uso del sistema de tele monitoreo, tuvo una buena aceptación por parte de los usuarios. La característica que obtuvo un mayor puntaje positivo (valor de 5/5 en la escala de Likert) fue el de la rapidez del sistema (n=14; 73,7%), seguido de ser agradable, fácil de utilizar y que cubre las expectativas (n=12; 63,2%). La característica con menor puntaje (valor de 3/5 en la escala de Likert) fue el de ser fácil de aprender (n=7; 36,8%), seguido de ser claro y entendible (n=4; 21,1%) (Figura 13).

Figura 13. Experiencia del uso del sistema de tele-monitoreo



Daños y perjuicios

Se presentó un fallecimiento durante el seguimiento del estudio en uno de los participantes del grupo de intervención. La causa del fallecimiento fue referida por los familiares como accidente cerebro vascular con una posterior caída por las escaleras. Cabe resaltar que este suceso tomó lugar 5 días previos a la medición final durante el periodo en el cual el paciente no se encontraba utilizando el sistema de tele-monitoreo. No se presentaron incidentes en los pacientes del grupo control, sin mostrar diferencias significativas con el grupo de intervención ($p=1,00$).

Discusión

Nuestro estudio muestra una reducción en los valores de PAS y una reducción significativa en los valores de PAD en aquellos participantes que utilizaron el sistema de tele-monitoreo en comparación al grupo control. Estos resultados muestran el beneficio potencial de incluir sistemas de tele-monitoreo en los centros del primer nivel de atención para el control de pacientes hipertensos, y de ser escalado, representarían una importante alternativa de estrategia para la salud pública.

La reducción en los valores de PAS y PAD encontradas en nuestro estudio, van de acuerdo a lo reportado en estudios previos. Un meta-análisis que evaluó ensayos clínicos que tuvieron como intervención sistemas de tele-monitoreo para el control de la presión arterial, encontró una reducción promedio de PAS de -4,8 mmHg y de PAD de -2,1 mmHg, con algunos estudios mostrando valores de reducción desde -25 mmHg y -15 mmHg respectivamente (75). Nuestros resultados muestran una reducción promedio de PAS de $-16,3 \pm 16,7$ y de PAD de $-7,2 \pm 9,8$, esta reducción aparentemente mayor, podría deberse a que los valores de presión arterial iniciales fueron mayores en nuestra población, que en la mayoría de los estudios incluidos en este meta-análisis. Es así que aquellos estudios en donde los valores de presión arterial inicial fueron mayores, prestaron una reducción marcada.

Un estudio realizado en los Estados Unidos, que evaluó una intervención con un sistema de tele-monitoreo de presión arterial con ajuste de medicación por parte de farmacéuticos; incluyó a 228 participantes en el grupo de intervención y a 222 en el grupo control. Luego de 6 meses de seguimiento encontraron una reducción de PAS promedio de $-21,5$ mmHg (Intervalo de confianza (IC) 95%: $-23,9$ a $-19,1$) y

de PAD promedio de $-9,4$ mmHg (IC 95%: $-11,1$ a $-7,6$), siendo significativamente mayor al grupo control ($p < 0,001$)(76). A pesar de que el tiempo de seguimiento fue menor en nuestro estudio, estos resultados se asemejan a los nuestros, mostrando que los objetivos de presión arterial se pueden conseguir en un menor tiempo de seguimiento.

De la misma manera, un estudio con un tiempo de seguimiento semejante al nuestro, realizado en Corea del Sur, que incluyó a 28 participantes en el grupo de intervención y a 21 en el grupo control, evaluó una intervención en la que los pacientes registraron su presión arterial y peso corporal en un diario semanal a través de Internet o por teléfonos celulares, asimismo recibieron recomendaciones para el manejo de la presión arterial y pérdida de peso por parte de los investigadores. Este estudio encontró una reducción promedio de PAS de $-9,1$ mmHg y de PAD de $-7,2$ mmHg luego de 8 semanas de seguimiento, siendo significativamente mayor a la encontrada en el grupo control ($p < 0,05$) (77).

Por otro lado, nuestros resultados son comparables con estudios que utilizaron otros sistemas de telecomunicación. Un estudio realizado en Alemania, que evaluó un sistema de tele-monitoreo utilizando un tensiómetro conectado a un teléfono móvil vía Bluetooth incluyó a 28 participantes en el grupo de intervención y a 29 en el grupo control. Este estudio encontró una reducción promedio en el grupo de intervención de PAS de $-17,0$ mm Hg vs. $-9,8$ mmHg en el grupo control ($P = 0,032$) y de PAD de $-9,0$ mmHg vs. $7,0$ mmHg respectivamente ($p = 0,356$)(78). Cabe señalar que nuestra muestra estuvo conformada principalmente por pacientes mayores de 70 años, mientras que este estudio presento una media de edad de 55 años.

La edad puede representar un factor determinante para el uso de diferentes sistemas de telecomunicación, siendo esta última una barrera para la implementación de sistemas de tele-monitoreo (79). Una ventaja que presenta nuestro estudio es la simplificación de los procesos y eliminación de la necesidad de un equipo adicional, lo que permite que personas que no están acostumbradas a utilizar teléfonos u otros dispositivos móviles, puedan utilizar nuestro sistema de tele-monitoreo sin mayor dificultad.

En cuanto al uso de sistemas de tele-monitoreo en centros del primer nivel de atención, la información es escasa (80), existiendo principalmente estudios que han evaluado su aceptabilidad y factibilidad (81–83), sin presentar o evaluar su efecto clínico.

Uno de los pocos estudios que evaluó un sistema de tele-monitoreo en el entorno de centros del primer nivel de atención, incluyó a pacientes diabéticos e hipertensos no controlados, el grupo que recibió el tele-monitoreo estuvo conformado por 55 pacientes, mientras que el grupo control por 53 pacientes. El estudio, realizado en los Estados Unidos, no encontró diferencias significativas entre ambos grupos para el control de presión arterial o diabetes (84). A diferencia de nuestro estudio, la revisión de los valores de presión arterial fue evaluada 2 veces a la semana, mientras que, en nuestro estudio, esto se realizó de manera diaria, esto pudo haber influido en la reducción encontrada en nuestro estudio. Asimismo, el sistema de tele-monitoreo utilizado en el estudio en mención, requiere de un dispositivo adicional, lo cual pudo dificultar el uso del sistema.

Por el contrario, un estudio realizado en el Reino Unido, el cual evaluó un sistema de tele-monitoreo en el primer nivel de atención, incluyó a 234 participantes en el

grupo de intervención y 246 en el grupo control. El estudio encontró una reducción significativa de PAS de $-12,9$ mmHg (95% IC: $-10,4$ a $-15,5$) y de PAD de $-5,2$ mmHg (95% IC: $-3,9$ a $-6,5$) luego de 6 meses de seguimiento (85). Esta reducción es similar a la encontrada en nuestro estudio, mostrando que los centros del primer nivel de atención, se pueden beneficiar y ser efectivos en el uso de sistemas de tele-monitoreo.

En cuanto a la relación causal de la efectividad del sistema de tele-monitoreo, especulamos que en nuestro estudio se debió fundamentalmente a la mejora en la adherencia al tratamiento. Al inicio del reclutamiento del estudio, fue resaltante la baja adherencia y bajo conocimiento en cuanto a la medicación previamente establecida, incluso confundiendo los nombres de medicamentos y dosis. Al igual que lo mostrado por estudio previos (86), el sistema de tele-monitoreo ayuda a mejorar la adherencia al tratamiento, asimismo mejorando la conciencia de enfermedad. Los pacientes, al ver los valores de presión arterial, tienen un parámetro objetivo en el cual basarse, así mismo, al saber que hay alguien del otro lado revisando los valores continuamente, ayuda a que continúen y no dejen de tomar la medicación.

Nuestro estudio muestra que inmediatamente luego de utilizar el sistema de tele-monitoreo la reducción en los valores de presión arterial es mayor, que luego de discontinuar su uso por dos semanas. Esto podría deberse a que el efecto se va perdiendo luego de dejar de utilizar el equipo debido a que el efecto podría estar relacionado con la medida, visualización de resultados y con la comunicación con el médico. Un estudio evaluó el efecto residual de un sistema de tele-monitoreo de presión arterial hasta 54 meses luego de la intervención. El estudio encontró que la

reducción de la presión arterial en el grupo de intervención se mantuvo durante los primeros 18 meses de seguimiento, sin presentar el efecto luego de 54 meses de seguimiento (87). Sin embargo, es probable que el mantenimiento a largo plazo del control de la presión arterial requiera un monitoreo continuo y la reanudación de la intervención si ocurre un aumento en la presión arterial. Se necesita más trabajo para determinar el contenido, la intensidad y la duración del refuerzo que se necesitan para mantener los beneficios de la intervención durante un período más largo.

Algunas limitaciones de nuestro estudio deberían ser consideradas. Nuestro tamaño de muestra fue reducido a pesar de haber sido calculado para observar una diferencia mínima de 10 mmHg con una desviación estándar de 10 y 12 mmHg en cada grupo. Se encontró que la desviación estándar en los grupos fue mayor en nuestra muestra a lo calculado inicialmente, lo que pudo contribuir a que no se puedan observar las diferencias esperadas. Nuestro estudio significa una primera evaluación hacia la implementación de este tipo de sistemas en los centros del primer nivel de atención y posteriores estudios con un mayor tamaño de muestra podrían ayudar a confirmar nuestros resultados. Asimismo, nuestros resultados provinieron de un solo centro del primer nivel de atención, dejando de lado los diferentes tipos de población, tanto de pacientes como del personal de salud, de otros centros de este tipo. Tanto el tiempo de intervención (uso del sistema) como el tiempo de seguimiento fueron limitados en nuestro estudio y podrían ser extendidos en futuros estudios para lograr un mejor entendimiento del efecto del sistema de tele-monitoreo a través del tiempo y su efecto residual. El análisis de costos de la implementación del sistema estuvo fuera del alcance de los objetivos

del estudio, sin embargo, realizarlo en futuros estudios ayudarían a evaluar la escalabilidad de este tipo de sistemas en nuestro medio.

Conclusiones

Nuestro estudio muestra que un sistema de tele-monitoreo domiciliario de la presión arterial a través de un dispositivo con capacidad SMS puede ser implementado en un centro del primer nivel de atención. Asimismo, podría ser efectivo en reducir los valores de presión arterial en algunos pacientes hipertensos no controlados.

El efecto del uso del sistema de tele-monitoreo permaneció, aunque en menor medida, incluso después de dejar de utilizar el sistema. Nuestros hallazgos representan un primer paso en la implementación de sistemas de tele-monitoreo en los centros del primer nivel de atención como alternativa importante para el control de la hipertensión arterial.

Recomendaciones

Estudios multicéntricos de mayor envergadura realizados en nuestro medio, ayudarían a corroborar lo reportado por nuestro estudio y a su replicabilidad en otros centros del primer nivel de atención. Así mismo, incrementar el periodo de seguimiento, probando diferentes esquemas de tele-monitoreo, podrían ayudar a establecer un tiempo óptimo del uso del equipo de tele-monitoreo. Realizar un estudio de costo-efectividad ayudaría a planificar la escalabilidad del sistema.

Referencias bibliográficas

1. Lim SS, Vos T, Flaxman AD, Danaei G, Shibuya K, Adair-Rohani H, et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet Lond Engl*. 2012 Dec 15;380(9859):2224–60.
2. Ruilope LM, Chagas ACP, Brandão AA, Gómez-Berroterán R, Alcalá JJA, Paris JV, et al. Hypertension in Latin America: Current perspectives on trends and characteristics. *Hipertens Riesgo Vasc*. 2017 Jan 1;34(1):50–6.
3. Bramlage P, Böhm M, Volpe M, Khan BV, Paar WD, Tebbe U, et al. A global perspective on blood pressure treatment and control in a referred cohort of hypertensive patients. *J Clin Hypertens Greenwich Conn*. 2010 Sep;12(9):666–77.
4. Lerner AG, Bernabe-Ortiz A, Gilman RH, Smeeth L, Miranda JJ. The “rule of halves” does not apply in Peru: awareness, treatment, and control of hypertension and diabetes in rural, urban, and rural-to-urban migrants. *Crit Pathw Cardiol*. 2013 Jun;12(2):53–8.
5. Chaudhry SI, Phillips CO, Stewart SS, Riegel BJ, Mattera JA, Jerant AF, et al. Telemonitoring for Patients with Chronic Heart Failure: A Systematic Review. *J Card Fail*. 2007 Feb;13(1):56–62.
6. Omboni S, Ferrari R. The role of telemedicine in hypertension management: focus on blood pressure telemonitoring. *Curr Hypertens Rep*. 2015 Apr;17(4):535.
7. Nerenberg KA, Zarnke KB, Leung AA, Dasgupta K, Butalia S, McBrien K, et al. Hypertension Canada’s 2018 Guidelines for Diagnosis, Risk Assessment, Prevention, and Treatment of Hypertension in Adults and Children. *Can J Cardiol*. 2018 May 1;34(5):506–25.
8. Wood PW, Boulanger P, Padwal RS. Home Blood Pressure Telemonitoring: Rationale for Use, Required Elements, and Barriers to Implementation in Canada. *Can J Cardiol*. 2017;33(5):619–25.
9. Patrick K, Griswold WG, Raab F, Intille SS. Health and the Mobile Phone. *Am J Prev Med*. 2008 Aug;35(2):177.
10. Sudhindra.F, Annarao.S.J, Vani.R.M, P.V. Hunagund. A GSM Enabled Embedded System for Blood Pressure & Body Temperature Monitoring. *IJAREEIE*. 2014;1.
11. Anuar SH binti, Elamvazuthi I, Hanif NHH binti M. Blood pressure measuring device embedded with SMS capabilities. In: 2009 IEEE Student Conference on Research and Development (SCOReD). 2009. p. 250–3.

12. Triventi M, Mattei E, Censi F, Calcagnini G, Mastrantonio F, Giansanti D, et al. SMS-based platform for cardiovascular tele-monitoring. In: 2008 Computers in Cardiology. 2008. p. 1009–12.
13. Kasper D, Fauci A, Hauser S, Longo D, Jameson J. Harrison's Principles of Internal Medicine. New York: McGraw-Hill Education; 2015.
14. Cifu AS, Davis AM. Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults. JAMA. 2017 Dec 5;318(21):2132–4.
15. High Blood Pressure | National Heart, Lung, and Blood Institute (NHLBI) [Internet]. [cited 2018 Aug 15]. Available from: <https://www.nhlbi.nih.gov/health-topics/high-blood-pressure>
16. WHO | The top 10 causes of death [Internet]. WHO. [cited 2017 May 24]. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/en/>
17. WHO | A global brief on hypertension [Internet]. WHO. [cited 2014 Aug 25]. Available from: http://www.who.int/cardiovascular_diseases/publications/global_brief_hypertension/en/
18. Kearney PM, Whelton M, Reynolds K, Muntner P, Whelton PK, He J. Global burden of hypertension: analysis of worldwide data. Lancet Lond Engl. 2005 Jan 15;365(9455):217–23.
19. Mills KT, Bundy JD, Kelly TN, Reed JE, Kearney PM, Reynolds K, et al. Global Disparities of Hypertension Prevalence and Control: A Systematic Analysis of Population-Based Studies From 90 Countries. Circulation. 2016 Aug 9;134(6):441–50.
20. Huynen MMTE, Vollebregt L, Martens P, Benavides BM. The epidemiologic transition in Peru. Rev Panam Salud Pública. 2005 Jan;17:51–9.
21. Segura Vega L, Agustí C. R, Ruiz Mori E. La hipertensión arterial en el Perú según el estudio TORNASOL II. Rev Peru Cardiol Lima. 2011 Apr;37(1):19–27.
22. MINSA. Principales causas de mortalidad [Internet]. 2014. Available from: <http://www.minsa.gob.pe/estadisticas/estadisticas/mortalidad/macros.asp?00>
23. MINSA. Principales causas de morbilidad [Internet]. 2014. Available from: <http://www.minsa.gob.pe/estadisticas/estadisticas/morbilidad/cemacros.asp?00>
24. Herrera-Añazco P, Pacheco-Mendoza J, Valenzuela-Rodríguez G, Málaga G. [Self-Knowledge, Adherence to Treatment, and Control of Arterial Hypertension in Peru: a Narrative Review]. Rev Peru Med Exp Salud Publica. 2017 Sep;34(3):497–504.

25. Erdine S, Aran SN. Current status of hypertension control around the world. *Clin Exp Hypertens N Y N* 1993. 2004;26(7–8):731–8.
26. Filippi A, Sangiorgi D, Buda S, Degli Esposti L, Nati G, Paolini I, et al. How many hypertensive patients can be controlled in “real life”: an improvement strategy in primary care. *BMC Fam Pract*. 2013;14:192.
27. Bramlage P, Böhm M, Volpe M, Khan BV, Paar WD, Tebbe U, et al. A global perspective on blood pressure treatment and control in a referred cohort of hypertensive patients. *J Clin Hypertens Greenwich Conn*. 2010 Sep;12(9):666–77.
28. Yarows SA, Julius S, Pickering TG. Home Blood Pressure Monitoring. *Arch Intern Med*. 2000 May 8;160(9):1251–7.
29. James PA, Oparil S, Carter BL, et al. 2014 evidence-based guideline for the management of high blood pressure in adults: Report from the panel members appointed to the eighth joint national committee (jnc 8). *JAMA*. 2014 Feb 5;311(5):507–20.
30. Mancia G, Fagard R, Narkiewicz K, Redon J, Zanchetti A, Böhm M, et al. 2013 ESH/ESC guidelines for the management of arterial hypertension: the Task Force for the Management of Arterial Hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 2013 Jul;34(28):2159–219.
31. Stergiou GS, Karpettas N, Destounis A, Tzamouranis D, Nasothimiou E, Kollias A, et al. Home blood pressure monitoring alone vs. combined clinic and ambulatory measurements in following treatment-induced changes in blood pressure and organ damage. *Am J Hypertens*. 2014 Feb;27(2):184–92.
32. Agarwal R, Bills JE, Hecht TJW, Light RP. Role of Home Blood Pressure Monitoring in Overcoming Therapeutic Inertia and Improving Hypertension Control A Systematic Review and Meta-Analysis. *Hypertension*. 2011 Jan 1;57(1):29–38.
33. Stergiou GS, Kollias A, Zeniodi M, Karpettas N, Ntineri A. Home Blood Pressure Monitoring: Primary Role in Hypertension Management. *Curr Hypertens Rep*. 2014 Aug 1;16(8):1–7.
34. Nasothimiou EG, Karpettas N, Dafni MG, Stergiou GS. Patients’ preference for ambulatory versus home blood pressure monitoring. *J Hum Hypertens*. 2014 Apr;28(4):224–9.
35. Weltermann B, Kersting C, Viehmann A. Hypertension Management in Primary Care. *Dtsch Arztebl Int*. 2016 Mar;113(10):167–74.
36. Helen Williams. Hypertension: Improving blood pressure management in primary care. NHS Lambeth Clinical Commissioning Group; 2017.

37. McCormack T, Krause T, O'Flynn N. Management of hypertension in adults in primary care: NICE guideline. *Br J Gen Pract.* 2012 Mar;62(596):163–4.
38. Cottrell E, McMillan K, Chambers R. A cross-sectional survey and service evaluation of simple telehealth in primary care: what do patients think? *BMJ Open.* 2012;2(6).
39. Zullig LL, Melnyk SD, Goldstein K, Shaw RJ, Bosworth HB. The Role of Home Blood Pressure Telemonitoring in Managing Hypertensive Populations. *Curr Hypertens Rep.* 2013 Aug;15(4):346–55.
40. Flodgren G, Rachas A, Farmer AJ, Inzitari M, Shepperd S. Interactive telemedicine: effects on professional practice and health care outcomes. In: The Cochrane Collaboration, editor. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2015 [cited 2017 May 24]. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD002098.pub2>
41. Omboni S, Guarda A. Impact of home blood pressure telemonitoring and blood pressure control: a meta-analysis of randomized controlled studies. *Am J Hypertens.* 2011 Sep;24(9):989–98.
42. Lee CJ, Park S. The Role of Home Blood Pressure Telemonitoring for Blood Pressure Control. *Pulse.* 2016 Sep;4(2–3):78–84.
43. Margolis KL, Asche SE, Bergdall AR, Dehmer SP, Groen SE, Kadrmas HM, et al. Effect of Home Blood Pressure Telemonitoring and Pharmacist Management on Blood Pressure Control: A Cluster Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2013 Jul 3;310(1):46–56.
44. Crenner CW. Introduction of the Blood Pressure Cuff into U.S. Medical Practice: Technology and Skilled Practice. *Ann Intern Med.* 1998 Mar 15;128(6):488.
45. Brown GE. Daily and monthly rhythm in the blood pressure of a man with hypertension: A three-year study*. *Ann Intern Med.* 1930 Jun 1;3(12):1177–89.
46. Booth J. A short history of blood pressure measurement. *Proc R Soc Med.* 1977 Nov;70(11):793–9.
47. Mieke S. Substitution of simulators for human subjects. *Blood Press Monit.* 1997;2(5):251–256.
48. McCant F, McKoy G, Grubber J, Olsen MK, Oddone E, Powers B, et al. Feasibility of blood pressure telemonitoring in patients with poor blood pressure control. *J Telemed Telecare.* 2009;15(6):281–5.
49. Koopman RJ, Wakefield BJ, Johanning JL, Keplinger LE, Kruse RL, Bomar M, et al. Implementing Home Blood Glucose and Blood Pressure

Telemonitoring in Primary Care Practices for Patients with Diabetes: Lessons Learned. *Telemed J E Health*. 2014 Mar 1;20(3):253–60.

50. Omboni S, Ferrari R. The role of telemedicine in hypertension management: focus on blood pressure telemonitoring. *Curr Hypertens Rep*. 2015 Apr;17(4):535.
51. Parati G, Dolan E, McManus RJ, Omboni S. Home blood pressure telemonitoring in the 21st century. *J Clin Hypertens*. 2018 Jul 1;20(7):1128–32.
52. Monica, erson, Perrin rew. 1. Technology use among seniors [Internet]. Pew Research Center: Internet, Science & Tech. 2017 [cited 2018 Aug 16]. Available from: <http://www.pewinternet.org/2017/05/17/technology-use-among-seniors/>
53. Individuals using the Internet (% of population) | Data [Internet]. [cited 2018 Aug 16]. Available from: <https://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.USER.ZS>
54. Roquez A. Impactos de las tecnologías de información y comunicación en el Perú. *Inst Nac Estad E Informática Lima Perú*. 2001;
55. Cobertura 2G / 3G / 4G - Perú - nPerf [Internet]. [cited 2018 Aug 16]. Available from: <https://www.nperf.com/es/map/PE/-/5138.Claro/signal/?ll=-16.958122890832012&lg=-69.0257254992535&zoom=8>
56. Garg VK. *Wireless Network Evolution: 2G to 3G*. 1st ed. Rappaport TS, editor. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall PTR; 2001.
57. OSIPTEL. Número de Mensajes Originados en Terminales de Servicios Móviles [Internet]. OSIPTEL portal. [cited 2018 Aug 16]. Available from: <https://www.osiptel.gob.pe/articulo/215-numero-de-mensajes-originados-en-terminales-de-servicio>
58. OSIPTEL. Penetración del Servicio de Internet Móvil [Internet]. OSIPTEL portal. [cited 2018 Aug 16]. Available from: <https://www.osiptel.gob.pe/articulo/63-suscripciones-de-internet-movil-segun-empresa>
59. OSIPTEL. Sistema de Consulta de Tarifas - SIRT [Internet]. [cited 2018 Aug 16]. Available from: <http://serviciosonline.osiptel.gob.pe/ConsultaSIRT/Buscar/frmConsultaTar.aspx>
60. Triventi M, Mattei E, Censi F, Calcagnini G, Mastrantonio F, Giansanti D, et al. SMS-based platform for cardiovascular tele-monitoring. In: *Computers in Cardiology*, 2008. IEEE; 2008. p. 1009–1012.

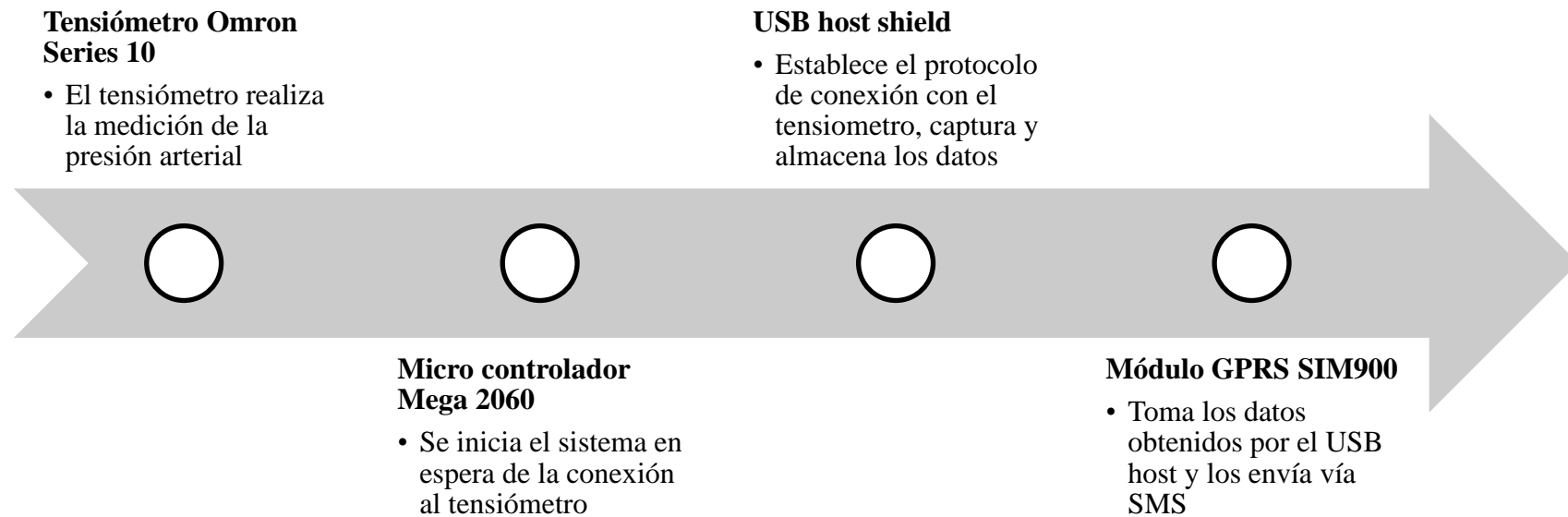
61. Anuar S. H. binti, Elamvazuthi I., Hanif N. H. H. binti Mohamad. Blood pressure measuring device embedded with SMS capabilities. In: 2009 IEEE Student Conference on Research and Development (SCORED). 2009. p. 250–3.
62. Sudhindra F, Annarao S.J, Vani RM, Hunagund PV. A GSM & GPS Incorporated Embedded System for Simulated Blood Pressure & Real Body Temperature Monitoring For Aged People. *Int J Innov Res Comput Commun Eng.* 1970 Jan 1;3(2):934–40.
63. MINSA. Lineamientos de políticas y estrategias para la prevención y control de enfermedades no transmisibles (ENT) 2016- 2020. 2016.
64. MINSA. Guía de práctica clínica para la prevención y control de la enfermedad hipertensiva en el primer nivel de atención. 2011.
65. Whelton PK, Carey RM, Aronow WS, Casey DE, Collins KJ, Dennison Himmelfarb C, et al. 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Hypertens Dallas Tex* 1979. 2018 Jun;71(6):1269–324.
66. Flodgren G, Rachas A, Farmer AJ, Inzitari M, Shepperd S. Interactive telemedicine: effects on professional practice and health care outcomes. In: The Cochrane Collaboration, editor. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2015 [cited 2017 May 24]. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD002098.pub2>
67. Omron and AHA Improve Hypertension Awareness [Internet]. Healthcare Wellness & Healthcare Products. 2011 [cited 2018 Aug 17]. Available from: <https://omronhealthcare.com/2011/11/1734/>
68. Arduino - Introduction [Internet]. [cited 2018 Aug 17]. Available from: <https://www.arduino.cc/en/guide/introduction>
69. Arduino - ArduinoBoardMega [Internet]. [cited 2018 Aug 17]. Available from: <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega/>
70. Arduino USB Host Shield - ITEAD Wiki [Internet]. [cited 2018 Aug 17]. Available from: https://www.itead.cc/wiki/Arduino_USB_Host_Shield
71. SIM900/SIM900A GSM/GPRS Minimum System Module - ITEAD Wiki [Internet]. [cited 2018 Aug 17]. Available from: https://www.itead.cc/wiki/SIM900/SIM900A_GSM/GPRS_Minimum_System_Module

72. L7805CV STMicroelectronics | Mouser [Internet]. [cited 2018 Aug 19]. Available from: <https://www.mouser.com/ProductDetail/STMicroelectronics/L7805CV?qs=9NrABl3fj%2fqplZAHiYUxWg==>
73. libomron: Libraries for accessing data from Omron medical devices [Internet]. OpenYou; 2018 [cited 2018 Aug 17]. Available from: <https://github.com/openyou/libomron>
74. Rauschenberger M. Efficient Measurement of the User Experience of Interactive Products. How to use the User Experience Questionnaire (UEQ). Example: Spanish Language Version. *Int J Interact Multimed Artif Intell.* 2013;2(Special Issue on Artificial Intelligence and Social Application):39–45.
75. Duan Y, Xie Z, Dong F, Wu Z, Lin Z, Sun N, et al. Effectiveness of home blood pressure telemonitoring: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled studies. *J Hum Hypertens.* 2017 Jul;31(7):427–37.
76. Margolis KL, Asche SE, Bergdall AR, Dehmer SP, Groen SE, Kadrmas HM, et al. Effect of home blood pressure telemonitoring and pharmacist management on blood pressure control: a cluster randomized clinical trial. *JAMA.* 2013 Jul 3;310(1):46–56.
77. Park M-J, Kim H-S, Kim K-S. Cellular phone and Internet-based individual intervention on blood pressure and obesity in obese patients with hypertension. *Int J Med Inf.* 2009 Oct;78(10):704–10.
78. Neumann CL, Menne J, Rieken EM, Fischer N, Weber MH, Haller H, et al. Blood pressure telemonitoring is useful to achieve blood pressure control in inadequately treated patients with arterial hypertension. *J Hum Hypertens.* 2011 Dec;25(12):732–8.
79. Wood PW, Boulanger P, Padwal RS. Home Blood Pressure Telemonitoring: Rationale for Use, Required Elements, and Barriers to Implementation in Canada. *Can J Cardiol.* 2017;33(5):619–25.
80. Koopman RJ, Wakefield BJ, Johanning JL, Keplinger LE, Kruse RL, Bomar M, et al. Implementing Home Blood Glucose and Blood Pressure Telemonitoring in Primary Care Practices for Patients with Diabetes: Lessons Learned. *Telemed E-Health.* 2013 Dec 18;20(3):253–60.
81. Jones MI, Greenfield SM, Bray EP, Baral-Grant S, Hobbs FDR, Holder R, et al. Patients' experiences of self-monitoring blood pressure and self-titration of medication: the TASMINH2 trial qualitative study. *Br J Gen Pract J R Coll Gen Pract.* 2012 Feb;62(595):e135-142.

82. Terschüren C, Fendrich K, van den Berg N, Hoffmann W. Implementing telemonitoring in the daily routine of a GP practice in a rural setting in northern Germany. *J Telemed Telecare*. 2007;13(4):197–201.
83. Hovey L, Kaylor MB, Alwan M, Resnick HE. Community-based telemonitoring for hypertension management: practical challenges and potential solutions. *Telemed J E-Health Off J Am Telemed Assoc*. 2011 Oct;17(8):645–51.
84. Wakefield BJ, Koopman RJ, Keplinger LE, Bomar M, Bernt B, Johanning JL, et al. Effect of Home Telemonitoring on Glycemic and Blood Pressure Control in Primary Care Clinic Patients with Diabetes. *Telemed E-Health*. 2014 Jan 3;20(3):199–205.
85. McManus RJ, Mant J, Bray EP, Holder R, Jones MI, Greenfield S, et al. Telemonitoring and self-management in the control of hypertension (TASMINH2): a randomised controlled trial. *The Lancet*. 2010 Jul 17;376(9736):163–72.
86. Ogedegbe G, Schoenthaler A. A Systematic Review of the Effects of Home Blood Pressure Monitoring on Medication Adherence. *J Clin Hypertens*. 2006 Mar 1;8(3):174–80.
87. Margolis KL, Asche SE, Dehmer SP, Bergdall AR, Green BB, Sperl-Hillen JM, et al. Long-term Outcomes of the Effects of Home Blood Pressure Telemonitoring and Pharmacist Management on Blood Pressure Among Adults With Uncontrolled Hypertension: Follow-up of a Cluster Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw Open*. 2018 Sep 7;1(5):e181617–e181617.

Anexos

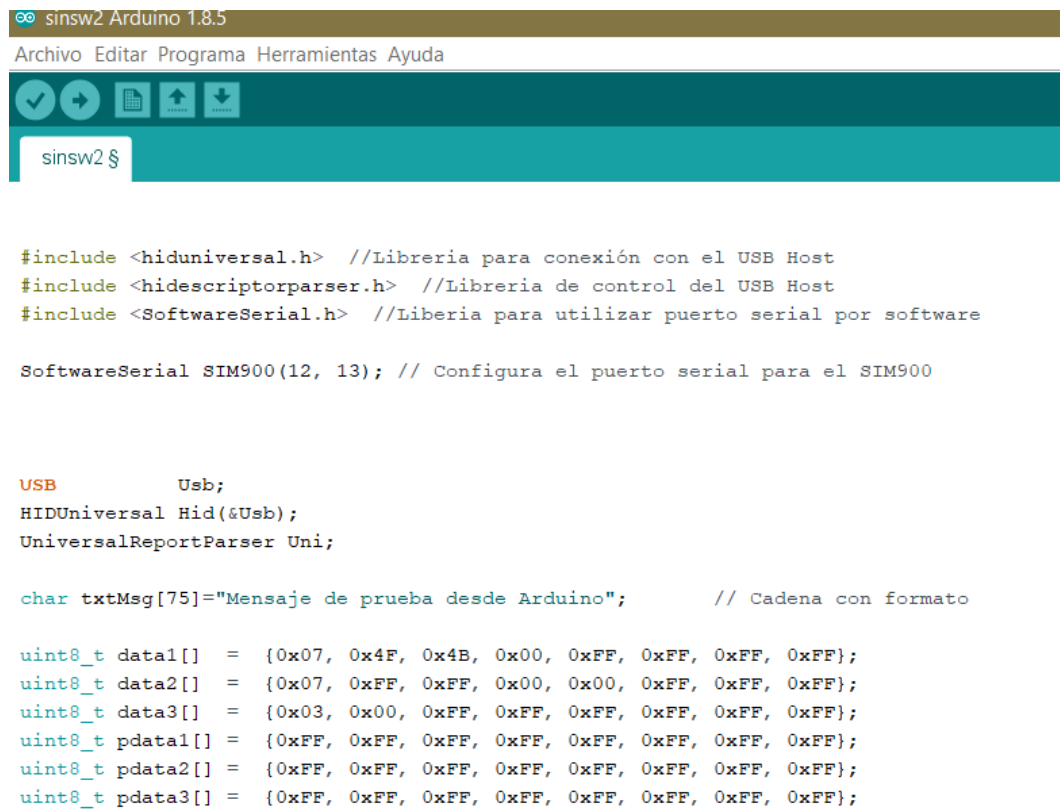
Anexo 1. Flujo de funcionamiento del Hardware



Anexo 2. Desarrollo de Software

Anexo 2a:

Declaración de librerías y conexión inicial:



```
sinsw2 Arduino 1.8.5
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
sinsw2 §

#include <hiduniversal.h> //Libreria para conexión con el USB Host
#include <hidescriptorparser.h> //Libreria de control del USB Host
#include <SoftwareSerial.h> //Liberia para utilizar puerto serial por software

SoftwareSerial SIM900(12, 13); // Configura el puerto serial para el SIM900

USB          Usb;
HIDUniversal Hid(&Usb);
UniversalReportParser Uni;

char txtMsg[75]="Mensaje de prueba desde Arduino";          // Cadena con formato

uint8_t data1[] = {0x07, 0x4F, 0x4B, 0x00, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF};
uint8_t data2[] = {0x07, 0xFF, 0xFF, 0x00, 0x00, 0xFF, 0xFF, 0xFF};
uint8_t data3[] = {0x03, 0x00, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF};
uint8_t pdata1[] = {0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF};
uint8_t pdata2[] = {0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF};
uint8_t pdata3[] = {0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF};
```

Configuración inicial:

```
void setup() {

    //Inicializa comunicacion serial:
    //-----

    Serial.begin( 115200 );
    while (!Serial);
    Serial.println("Inicia secuencia - Conexion con Omron BP791IT...");
    Serial.println("");

    if (Usb.Init() == -1)
        Serial.println("OSC no ha comenzado, revisar modulo USB Shield");
    else
        Serial.println("USB inicializado");

    delay (200);
}
```

Declaración del programa:

```
void loop() {

    if (!Hid.SetReportParser(0, &Uni))
        ErrorMessage<uint8_t>(PSTR("SetReportParser"), 1);

    uint32_t hold = millis() + 1000;

    while (millis() < hold) Usb.Task();

    Omron_go();
    delay(100);

}
```

Anexo 2b:

Función Omron_go – Protocolo de comunicación:

```
void Omron_go (void){
    //Inicializacion:
    //-----

    uint8_t repconfig[] = {0x90, 0x54};

    uint8_t rcode = Hid.SetProtocol(0x01, 0x01);           // Establece Report Protocol
    uint32_t hold = millis() + 250;
    while (millis() < hold) Usb.Task();

    uint8_t clear_code_send[] = {0x07, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00};

    rcode = Hid.SetReport(0x01, 0x01, 0x03, 0x00, 0x0002, repconfig);           // Env a Feature Report --> Control Endpoint
    hold = millis() + 250;
    while (millis() < hold) Usb.Task();

    rcode = Usb.outTransfer(0x01, 0x02, 0x0008, clear_code_send);           // Etapa Cleaning
    hold = millis() + 250;
    while (millis() < hold) Usb.Task();

    clear_code_send[0] = 0x05;
    rcode = Usb.outTransfer(0x01, 0x02, 0x0008, clear_code_send);
    hold = millis() + 250;
    while (millis() < hold) Usb.Task();

    //Reserva de memoria:
    //-----

    uint8_t buffer[] = {0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF};
    uint8_t stage = 0;
}
```

Funci3n Omron_go – Adquisici3n de datos:

```
//Adquisicion de datos:
//-----

uint8_t data_code[] = {0x07, 0x47, 0x4D, 0x45, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x01, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00};

rcode = Usb.outTransfer(0x01, 0x02, 0x0010, data_code);           // Recoge datos desde instrumento

hold = millis() + 250;
while (millis() < hold){
    Usb.Task();
    Hid.RawData(0x08, buffer);
    if ((stage == 0) && (buffer[0] == 0x07) && (buffer[1] == 0x4F) && (buffer[2] == 0x4B)){
        data1[4] = buffer[4]; data1[5] = buffer[5]; data1[6] = buffer[6]; data1[7] = buffer[7]; stage = 1;
    }
    if ((stage == 1) && (buffer[1] != 0x4F)){
        data2[1] = buffer[1]; data2[2] = buffer[2]; data2[5] = buffer[5]; data2[6] = buffer[6]; data2[7] = buffer[7]; stage = 2;
    }
    if ((stage == 2) && (buffer[0] == 0x03)){
        data3[3] = buffer[3];
    }
}

if (stage == 0){

    rcode = Usb.outTransfer(0x01, 0x02, 0x0010, data_code);

    hold = millis() + 250;
    while (millis() < hold){
        Usb.Task();
        Hid.RawData(0x08, buffer);
        if ((stage == 0) && (buffer[0] == 0x07) && (buffer[1] == 0x4F) && (buffer[2] == 0x4B)){
            data1[4] = buffer[4]; data1[5] = buffer[5]; data1[6] = buffer[6]; data1[7] = buffer[7]; stage = 1;
        }
        if ((stage == 1) && (buffer[1] != 0x4F)){
            data2[1] = buffer[1]; data2[2] = buffer[2]; data2[5] = buffer[5]; data2[6] = buffer[6]; data2[7] = buffer[7]; stage = 2;
        }
    }
}
```

```

    }
    if ((stage == 2) && (buffer[0] == 0x03)){
        data3[3] = buffer[3];
    }
}
}

if (stage == 0){

    rcode = Usb.outTransfer(0x01, 0x02, 0x0010, data_code);

    hold = millis() + 250;
    while (millis() < hold){
        Usb.Task();
        Hid.RawData(0x08, buffer);
        if ((stage == 0) && (buffer[0] == 0x07) && (buffer[1] == 0x4F) && (buffer[2] == 0x4B)){
            data1[4] = buffer[4]; data1[5] = buffer[5]; data1[6] = buffer[6]; data1[7] = buffer[7]; stage = 1;
        }
        if ((stage == 1) && (buffer[1] != 0x4F)){
            data2[1] = buffer[1]; data2[2] = buffer[2]; data2[5] = buffer[5]; data2[6] = buffer[6]; data2[7] = buffer[7]; stage = 2;
        }
        if ((stage == 2) && (buffer[0] == 0x03)){
            data3[3] = buffer[3];
        }
    }
}

uint8_t i = 0;
boolean crc = false;
boolean conf = false;
boolean bcontrol = true;

if (stage == 2){

    crc = (data1[4])^(data1[5])^(data1[6])^(data1[7])^
           (data2[1])^(data2[2])^(data2[3])^(data2[4])^(data2[5])^(data2[6])^(data2[7])^
           (data3[1])^(data3[2]) == data3[3];

    conf = (data2[5]>=50) && (data2[5]<=210) &&
           (data2[6]>=20) && (data2[6]<=120) &&
           (data2[7]>=20) && (data2[6]<=210);

    if (crc && conf){
        for (i = 0; i < 8; i++){
            if (data1[i] != pdata1[i]){
                bcontrol = 0;
                break;
            }

            if (data2[i] != pdata2[i]){
                bcontrol = 0;
                break;
            }

            if (data3[i] != pdata3[i]){
                bcontrol = 0;
                break;
            }
        }

        for (i = 0; i < 8; i++){

            pdata1[i] = data1[i];
            pdata2[i] = data2[i];
            pdata3[i] = data3[i];
        }
    }
}

```

Cadena de formato para los datos obtenidos

```
if ((!bcontrol) && (crc) && (conf)){

    uint8_t sec = data2[2]; // Correccion para segundos
    if (sec<0) sec = 0; if (sec>59) sec = 59;

    String txtSerial = "Omron BF791IT";

    txtSerial += " SYS: "; txtSerial += data2[5];
    txtSerial += " DIA: "; txtSerial += data2[6];
    txtSerial += " PUL: "; txtSerial += data2[7];
    txtSerial += " ";
    txtSerial += data1[6]; txtSerial += "/";
    txtSerial += data1[5]; txtSerial += "/20";
    txtSerial += data1[4]; txtSerial += " ";
    txtSerial += data1[7]; txtSerial += ":";
    txtSerial += data2[1]; txtSerial += ":";
    txtSerial += sec;

    txtSerial.toCharArray(txtMsg, 75);

    Serial.println("");
    Serial.println("Se ha encontrado nueva informacion del paciente...");
    Serial.println(txtMsg);
    Serial.println("");
}
```

Anexo 2c:

Envío vía SMS

```
digitalWrite(49, HIGH);
delay(1000);
digitalWrite(49, LOW);
delay(2000);
SIM900.begin(115200); //Configura velocidad del puerto serie para el SIM900
Serial.println("OK");
delay(1000);
delay(15000);
Serial.println("Enviando SMS...");
SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); //Comando AT para mandar un SMS
delay(1000);
SIM900.println("AT+CMGS="+519999999); //Numero al que vamos a enviar el mensaje
delay(1000);
SIM900.println(txtMsg); // Texto del SMS
delay(100);
SIM900.println((char)26); //Comando de finalizacion ^Z
delay(100);
SIM900.println();
delay(5000); // Esperamos un tiempo para que envíe el SMS
Serial.println("SMS enviado");

}

uint8_t end_code[] = {0x05, 0x45, 0x4E, 0x44, 0xFF, 0xFF, 0x00, 0x00};

rcode = Usb.outTransfer(0x01, 0x02, 0x0008, end_code);
hold = millis() + 250;
while (millis()< hold) Usb.Task();

delay(1000);
}

//Fin de programa
//-----
```

Anexo 3. Material informativo y guía del usuario

Condiciones previas:

- No coma, fume o tome café 30 minutos antes de medirse la presión.
- No haber realizado ejercicio físico intenso.
- Reposar sentado 5 minutos antes.
- No realice la medición después de comer.

¿Cuándo me tomo la presión?



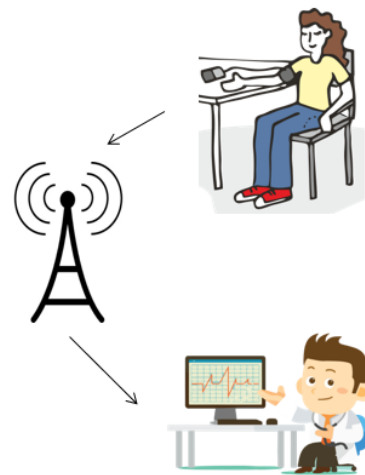
En la mañana
antes de
desayunar

En la tarde/noche
antes de
acostarse

A diario, durante 2 semanas
después de un cambio en el
tratamiento o su última
consulta

Cada vez que se tome la
presión, tome dos o tres
mediciones con un
minuto de diferencia

Tele-Monitoreo en casa de la Presión Arterial



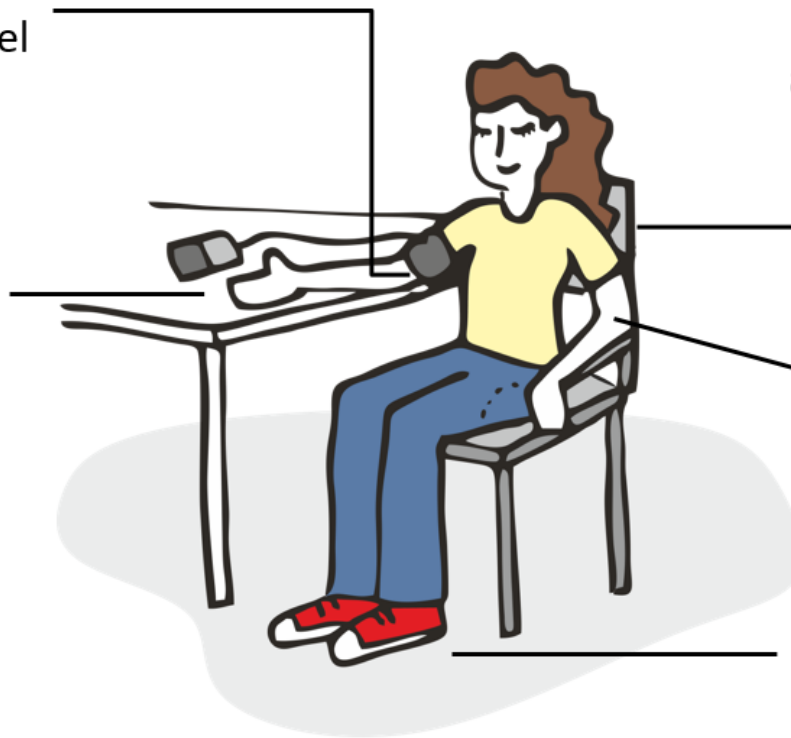
Comenzar a controlarme

→

**Permanecer quieto y
no hablar durante la
medición**

Brazaletes 2 dedos
por encima del
codo y al nivel del
corazón

Brazo inmóvil
sobre la mesa



Espalda bien
apoyada en la silla

Ropa que no
apriete el brazo

No cruzar las
piernas

Colocación del brazaletes en el brazo

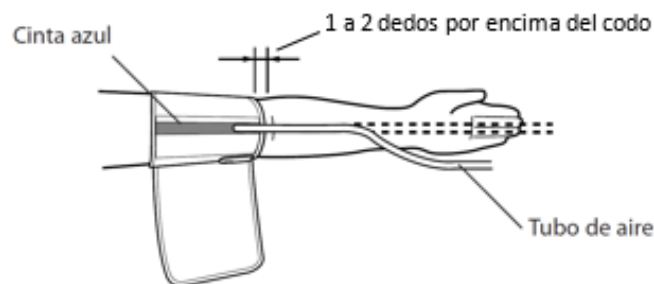
①

Siéntese en una silla con los pies apoyados sobre el piso



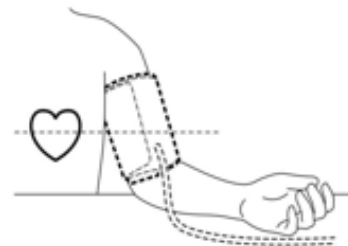
②

Coloque el brazaletes en la parte superior del brazo, 1 a 2 dedos por encima del codo, con el tubo de aire por el medio de la mano



③

Coloque el brazo izquierdo sobre una mesa, para que el brazaletes quede al mismo nivel que su corazón



Cómo tomar una medición

- ① **Presione el botón START/STOP (Inicio/Detener)**
El brazalete comenzará a inflarse



- ② **A medida que el brazalete se desinfla, aparecen números en pantalla**



- ③ **Al terminar la medición, el valor de presión arterial y la frecuencia del pulso aparecerán en pantalla**

