

Implementación de una Plataforma en Línea para la adquisición, procesamiento y gestión de Datos Clínicos

Ensayo en Estudiantes de Ingeniería

N Pérez López¹, M De Luca¹, L Petrauskas¹, M Alfonso^{1,2}, L J Cymberknop^{1,2} y R L Armentano^{1,2}

¹Facultad Regional Buenos Aires, Universidad Tecnológica Nacional

²Facultad de Ingeniería y Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Favaloro
gibio@frba.utn.edu.ar

Resumen

En el presente trabajo se desarrolló una Plataforma Digital en línea para la adquisición, visualización, almacenamiento y cálculo de índices vinculados a enfermedades cardiovasculares (ECVs). Con el objetivo del seguimiento y prevención de las ECVs se realizó un relevamiento de datos clínicos y obtención de señales fisiológicas de un grupo de estudiantes de Ingeniería. Estos datos fueron almacenados y procesados en la Plataforma obteniendo resultados acordes al rango etario evaluado. La plataforma será utilizada en experiencias futuras, con el fin de profundizar el seguimiento y posibilitar la concientización de jóvenes universitarios en relación a las ECVs.

Introducción

Las enfermedades cardiovasculares (ECVs) constituyen la mayor causa de mortalidad y morbilidad en los países desarrollados, por encima de patologías como el cáncer y las enfermedades infecciosas. Como consecuencia de ello, es necesario hacer hincapié en su prevención y control, a partir de la detección temprana y disminución mayoritaria de los factores influyentes que predisponen su desarrollo [1, 2].

En estudios efectuados en diversos grupos poblacionales, se han demostrado correlaciones significativas entre la rigidez vascular y los llamados "grandes" factores de riesgo: hipertensión arterial, elevados niveles de colesterol (lipoproteínas de baja densidad), presencia de diabetes y el tabaquismo [3] que junto con la obesidad se consideran factores modificables (se puede influir sobre ellos). Asimismo existen factores de riesgo en los cuales no se puede interferir, tales como la edad, el sexo y la disposición hereditaria [4]. En este sentido, el sobrepeso y la obesidad constituyen una problemática en ascenso instalada en la población [5]. El

sedentarismo determina una de las causas disparadoras de estos trastornos vasculares, donde los estudiantes de ingeniería conforman una población de riesgo debido a que transcurre un gran porcentaje del tiempo diario desarrollando poca movilidad (tanto en la universidad como en el trabajo), injiriendo alimentos poco saludables y efectuando escasa actividad física. En este último caso, su práctica regular desempeña un rol fundamental en la prevención primaria y secundaria de ECVs, constituyendo evidentemente el factor de riesgo modificable de mayor relevancia [6,7]. Paralelamente, la alimentación deficiente ejerce un efecto desfavorable sobre los factores de riesgo, ya que promueve el aumento de peso y la resistencia a la insulina. Existen estudios que sugieren que dichos efectos adversos en conjunción con el deterioro agudo de la función endotelial constituyen representan una condición esencial en el desarrollo y progresión de la aterosclerosis [8]. Es de vital importancia llevar a cabo estudios poblacionales con seguimiento periódico de manera eficiente, contando con equipamiento de aplicación sencilla y una plataforma de almacenamiento adecuada.

El presente trabajo tuvo como objetivo el desarrollo de una Plataforma Digital en Línea, con el fin de conformar un sistema de seguimiento de prevención de ECVs. Para ello, se la vinculó con equipamiento de adquisición de parámetros fisiológicos, también desarrollado a tal efecto [9].

Material y Métodos

a) Desarrollo de la Plataforma

Con el objetivo de contar con un sistema integral que contemplara el protocolo en su totalidad (recolección de datos clínicos, adquisición de señales, almacenamiento de las mismas, procesamiento y acceso remoto) se desarrolló una plataforma en línea a tal efecto. La

interfaz de usuario se constituyó a partir del lenguaje de marcas HTML5, el lenguaje de programación JavaScript, la biblioteca JQuery y plantillas de Bootstrap (*getbootstrap.com*) para el diseño visual. El proceso de interacción con la base de datos relacional MySQL para almacenar las señales y el procesamiento de las mismas fue realizado en Python v3.4 (*python.org*). Para el procesamiento de las señales se utilizaron los módulos:

- **NumPy** (*numpy.org*): paquete utilizado para la computación científica con Python. Contiene entre otras cosas, objetos para trabajar con matrices N-dimensionales, herramientas para la integración de C/C++, etc.
- **SciPy** (*scipy.org*): Proporciona numerosas rutinas numéricas con facilidad de utilización y notablemente eficientes, particularmente en integración numérica y optimización.
- **Matplotlib** biblioteca de Python para el trazado de figuras 2D.

Estos módulos posibilitan que Python se comporte de forma similar a la plataforma de procesamiento numérico MATLAB® (*MathWorks, Inc*), a partir de módulos de código abierto. Adicionalmente, se utilizó la biblioteca *Canvasjs* (*canvasjs.com*) para graficar las series temporales durante la adquisición de señales.

La Plataforma Digital (Figura 1), desarrollada para el presente estudio, quedó estructurada de la siguiente manera: Una vez que el usuario se autentica se accede a la página principal, donde se podrá acceder a las siguientes secciones:

1. **Encuesta:** donde se podrá obtener información clínica relevante de cada voluntario. Se tomó como referencia una encuesta realizada por la Sociedad Británica de Cardiología (www.nhs.uk).
2. **Configuración:** Para comenzar a adquirir las señales es necesario brindar información sobre una serie de parámetros: puerto de comunicación a partir del cuál se recibirán las señales, tasa de muestreo de las mismas, ventana temporal que se desea visualizar, cotas máximas y mínimas de las señales para establecer en los gráficos.
3. **Adquisición de Señales:** teniendo en cuenta los parámetros configurados en la sección descripta anteriormente, se reciben las señales enviadas por

los dispositivos de adquisición, generalmente de manera inalámbrica [9]. Apartir de dicha recepción, las mismas son graficadas con el fin de corroborar que el protocolo se esté efectuando correctamente. Para que esto sea posible, se utilizó una extensión de código abierto (*github.com/billhsu/jUART*) integrada al navegador de internet. Esta librería fue modificada para mejorar el rendimiento de la medición a bajo nivel (C++). Las señales se asocian con los datos clínicos de los voluntarios a través de su correo electrónico. De esta forma, antes de comenzar cada adquisición, se debe seleccionar el voluntario con el cual asociar dicho evento.

4. **Visualización de Datos:** en esta sección se cuenta con una tabla que contiene todas las adquisiciones realizadas hasta el momento con la posibilidad de graficar cada una de ellas o descargar los datos en formato csv o xls. Adicionalmente, se podrán descargar las encuestas realizadas con los datos clínicos de los voluntarios en formato xls.
5. **Cálculos:** en este apartado se realizan procesamientos sobre las señales fisiológicas obtenidas, con el fin de obtener índices clínicos. Primero se elige la señal por medio del correo del voluntario y luego se seleccionan las funciones a aplicar, siempre y cuando sean posibles de llevar a cabo a partir de las series previamente obtenidas. Entre ellos pueden tomarse como ejemplo el análisis morfológico de latidos de presión arterial (máximos y mínimos, pie de onda, incisura dicrótica, descomposición de ondas) o la determinación de índices de rigidez vascular como velocidad de la onda del pulso arterial.
6. **Descargas:** en esta sección se encuentran descargas de interés para el uso de la plataforma. La más relevante la conforma el script que se utiliza para instalar la extensión en el navegador para poder luego obtener las señales.
7. **Análisis de Protocolo:** El sistema posibilita efectuar análisis estadísticos de datos obtenidos bajo un protocolo en particular y generar tablas y gráficos descriptivos para un seguimiento posterior.

- Inicio
- Configuración
- Encuesta
- Adquirir Señales
- Visualizar Datos
- Realizar Cálculos
- Análisis de Protocolo
- Descargas

Evaluación de Factores de Riesgo Cardiovascular

Nombre

Email

Sexo: Femenino Masculino

dd/mm/aaaa

Pais

Provincia

Localidad

Estudiante

Carrera Año

Fumador

Enfermedad Cardiovascular: Si No

Altura(cm) Peso(kg)

Colesterol: Si No Colesterol Total Colesterol HDL

Tratamiento de Presión: Si No Presión Sistólica Presión Diastólica

Delta X

Diabético: Si No Tipo de Diabetes

Artritis Reumatoidea: Si No

Enfermedad Crónica de Riñón: Si No

Fibrilación: Si No

Algún Familiar tiene o ha tenido una Enfermedad Cardiovascular?: Si No Familiar

- Inicio
- Configuración
- Encuesta
- Adquirir Señales
- Visualizar Datos
- Análisis de Protocolo
- Descargas

Adquisición de Señales

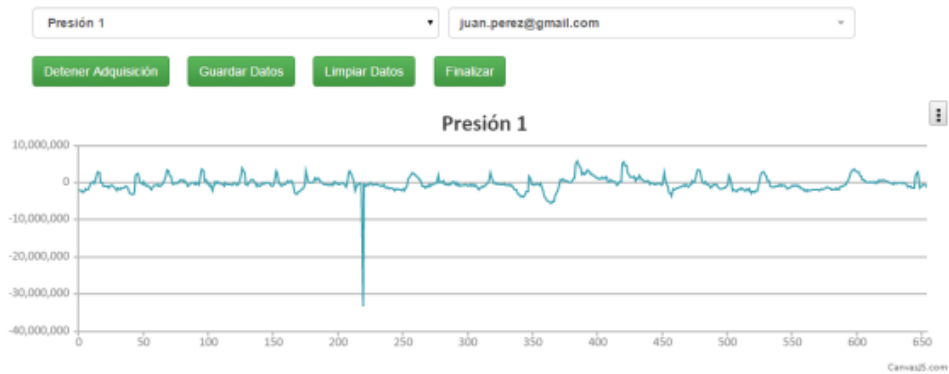


Figura 1. Plataforma Digital

Cabe aclarar además que la plataforma se adapta tanto a computadoras de escritorio como a dispositivos móviles (Figura 2).

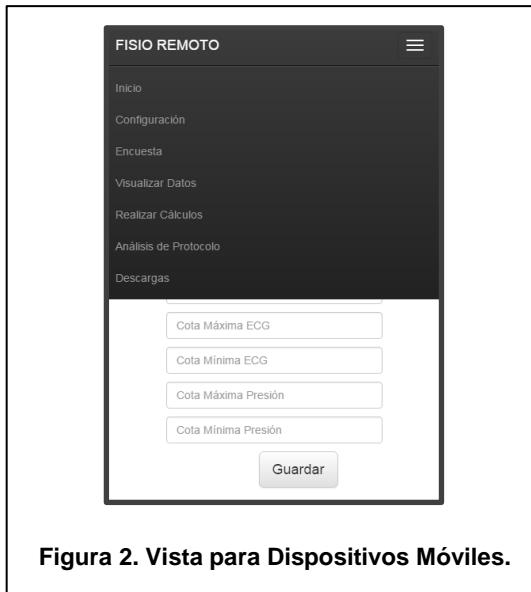


Figura 2. Vista para Dispositivos Móviles.

b) Recolección de Datos

Para efectuar un ensayo de la plataforma se llevó a cabo una recolección de datos clínicos no invasivos sobre 20 estudiantes de ingeniería de sexo masculino (18-23 años). En una primera fase, se efectuó a los voluntarios una encuesta, en donde fueron evaluados factores de riesgo no modificables (edad, antecedentes familiares), modificables (peso, consumo de cigarrillos) y altura. En la segunda fase, se obtuvieron los valores sistodiastólicos de presión arterial, a partir de un esfigmomanómetro (Omron 7051), con el individuo en posición supina por un lapso superior a los 10 minutos. Asimismo, se adquirieron las formas de onda correspondientes de manera no invasiva (en virtud de dispositivos existentes acoplados a la plataforma), aplicando tonometría de aplanamiento. Estas últimas fueron calibradas posteriormente a partir de los valores sistodiastólicos adquiridos, de manera automatizada.

Resultados

Una vez concluida la adquisición y almacenamiento de datos clínicos y señales fisiológicas, se llevó a cabo el análisis de protocolo (Tabla 1). La totalidad de los individuos resultaron asintomáticos en términos de ECVs (diabetes mellitus, dislipidemia, hipertensión arterial, enfermedad renal o pulmonar, artritis reumatoidea). Posteriormente, los resultados fueron almacenados junto con la fecha en la que se obtuvieron las señales dentro de la plataforma de relevamiento de datos clínicos junto con

la objetivo de poder realizar un seguimiento a largo plazo la evolución de la salud arterial del voluntario y de su conjunto. Conforme pudo observarse, los valores promedio obtenidos se encuentran dentro los establecidos para el rango etario que fue evaluado [2].

Tabla 1. Resultados.

<i>Parámetro Fisiológico</i>	<i>Valor</i>
Edad [años]	20,26±3,13
Altura [cm]	174,81±10,04
Peso [Kg]	69,01±14,48
Antecedentes Familiares de ECVs	50%
Presión Arterial Sistólica [mmHg]	124,70±13,44
Presión Arterial Diastólica [mmHg]	72,70±8,15
Velocidad de Onda de Pulso (VOP)	7,29±1,49

Discusión

En el presente trabajo, se desarrolló una Plataforma en Línea con el objetivo de efectuar el seguimiento y prevención de patologías vasculares en alumnos universitarios. Bajo dicha premisa se recolectaron datos clínicos de voluntarios y se tomaron mediciones de presión arterial no invasiva. La evaluación del resultado global fue almacenada junto con los datos clínicos del voluntario con el objetivo de realizar un seguimiento de la evolución individual y grupal a lo largo del tiempo.

Esta Plataforma en Línea constituye un aspecto importante a discutir ya presenta sus virtudes y desventajas. En primer lugar, debe manejarse el riesgo inherente de poseer información “en la nube” independientemente de los recaudos que se consideren para su resguardo. Sin embargo las virtudes con las que cuenta son notablemente mayores, entre las que se destaca la posibilidad de adquirir, visualizar, almacenar y procesar datos en cualquier instante, desde cualquier ubicación sin la necesidad de contar con ningún otro software instalado. No obstante, el sistema cuenta con un control de acceso y sus datos son almacenados de manera anónima y encriptada.

Por otra parte, se debe destacar su capacidad para el seguimiento individual y grupal de los análisis efectuados, aspecto clave en las acciones de prevención en grupos de estas características. Su portabilidad a distintas plataformas y su arquitectura la dotan de gran versatilidad para la implementación de mejoras continuas, dado que su diseño e implementación ha sido realizado siguiendo las buenas prácticas establecidas por el SEI (Software Engineering Institute).

Conclusión

En el presente trabajo se efectuó la implementación de una Plataforma en Línea para la adquisición, procesamiento y gestión de datos clínicos y señales fisiológicas. La misma será utilizada en experiencias futuras donde se incorporarán herramientas de procesamiento más específicas, con el fin de optimizar el seguimiento y posibilitar la concientización de adultos jóvenes universitarios en relación a la prevalencia de ECVs.

Referencias

- [1] Milnor W R 1989 *Hemodynamics* (Williams & Wilkins)
- [2] Nichols W W, O'Rourke M F and Vlachopoulos C 2011 *McDonald's Blood Flow in Arteries: Theoretical, Experimental and Clinical Principles* (Hodder Arnold).
- [3] Hlimonenko, I., Meigas, K., Viigimaa, M., and Temitski, K., "Aortic and arterial pulse wave velocity in patients with coronary heart disease of different severity", *Estonian Journal of Engineering*, 2008,14,2, pp. 167-176.
- [4] Laslett L J, Alagona P, Clark B A, Drozda J P, F. Saldivar, Wilson S R, Poe C and Har M 2012 "The Worldwide Environment of Cardiovascular Disease: Prevalence, Diagnosis, Therapy, and Policy Issues". A Report from the American College of Cardiology *J Am Coll Cardiol*. 60(25) S1-S49.
- [5] Eckel R H, Kahn R, Robertson R M and Rizza R A 2006 Preventing Cardiovascular Disease and Diabetes A Call to Action From the American Diabetes Association and the American Heart Association *Circulation* 113(25) 2943-2946.
- [6] Morris C, Froelicher V. 1991 Cardiovascular benefits of physical activity *Herz* 16(4) 222-236.
- [7] A. Bauman, B. Smith 2000 Healthy ageing: what role can physical activity play? *Med J Aust* 173(2) 88-90.
- [8] Tanja K Rudolph, Kaike Ruempler, Edzard Schwedhelm, Jing Tan-Andresen, Ulrich Riederer, Rainer H Böger, and Renke Maas 2007 "Acute effects of various fast-food meals on vascular function and cardiovascular disease risk markers: the Hamburg Burger Trial" *The American Journal of Clinical Nutrition* Aug;86(2):334-40.
- [9] De Luca M A, Petrauskas L, Meyer I, Cymberknop L J and Armentano R L 2014 "Red Inalámbrica de Dispositivos para la medición de parámetros Fisiológicos" *IV Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica CLAIB (Entre Ríos, Argentina)*