Adquisición y caracterización no invasiva de bucles presión-deformación para el estudio de rigidez arterial

Juan Francisco Balbi, Federico Nicolás Bua

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Buenos Aires

Cátedra Proyecto Final: Ing. Silvio Tapino, Ing. Basilio Juan Robinio, Ing. Alejandra Gutierrez, Ing. Matías Hampel

Objetivo

El desarrollo de este proyecto buscó obtener el bucle presión-deformación arterial para, a partir del mismo, lograr definir las características que predicen la rigidez arterial y sentar un punto de partida para diagnósticos cardiovasculares tempranos sobre pacientes. Para ello se diseñó una aplicación para el procesamiento del lumen arterial obtenido mediante ecografía y un dispositivo de sensado y acondicionamiento de la presión arterial.

Para la medición se seleccionaron las zonas de arterias carótida, radial y braquial y se utilizó el ecógrafo Mindray Z5. El proyecto está enmarcado dentro de un trabajo de investigación propuesto por el Grupo de Investigación y Desarrollo de Bioingeniería (GIBIO) de la UTN-FRBA para la adquisición del bucle de forma no invasiva.

Marco Teórico

La base del método consiste en la adquisición de las señales de:

- **Presión arterial** mediante un sensor tonométrico. Esta señal es almacenada como un vector de datos en función del tiempo a través de un microcontrolador con interfaz Wi-Fi que se encarga de enviar los datos a una aplicación a través del protocolo MQTT.

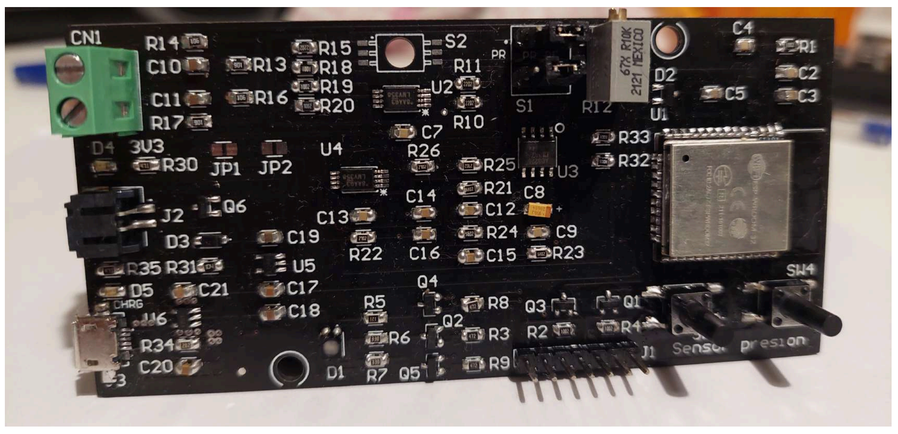

Figura 1: Placa fabricada para la adquisición y acondicionamiento de la señal de presión arterial

- **Diámetro/lumen arterial** utilizando imágenes ecográficas obtenidas mediante un trasductor del tipo convexo que luego son procesadas mediante técnicas de análisis de imágenes. Una vez procesado el video se obtiene un vector de datos en función del tiempo que se almacena localmente o en la nube para su posterior asociación con la presión.

A partir de las mediciones realizadas se puede obtener un bucle presión-deformación del cual se extraen propiedades visco-elásticas de la arteria.

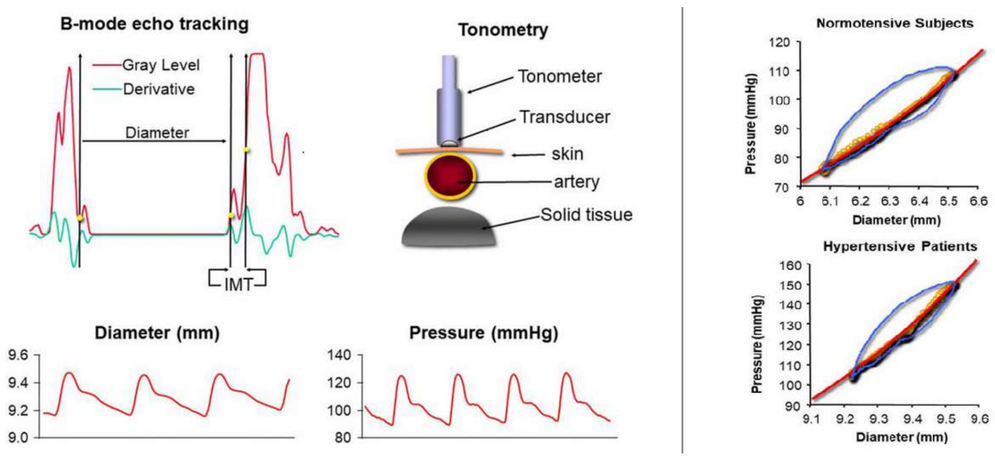

Figura 2: A la izquierda, el sistema de medición local de lumen utilizando ecografía modo B y presión por tonometría. A la derecha, los bucles teóricos obtenidos al graficar a la presión en función del diámetro.

Contacto e Información

- Proyecto Final - UTN-FRBA - https://www.frba.utn.edu.ar/electronica/proyecto-final/
- Federico Nicolás Bua - LinkedIn / federico.bua@gmail.com
- Juan Francisco Balbi - LinkedIn / juanfbalbi@hotmail.com

Resultados

Se tomaron las mediciones sobre la arteria braquial, midiendo la presión en el pliegue del codo y el diámetro en el lateral interno del bíceps, que dadas las dimensiones de el sensor de presión y el trasductor del ecógrafo, es la medida mas cercana posible a medir sobre un mismo punto obteniéndose los siguientes bucles:

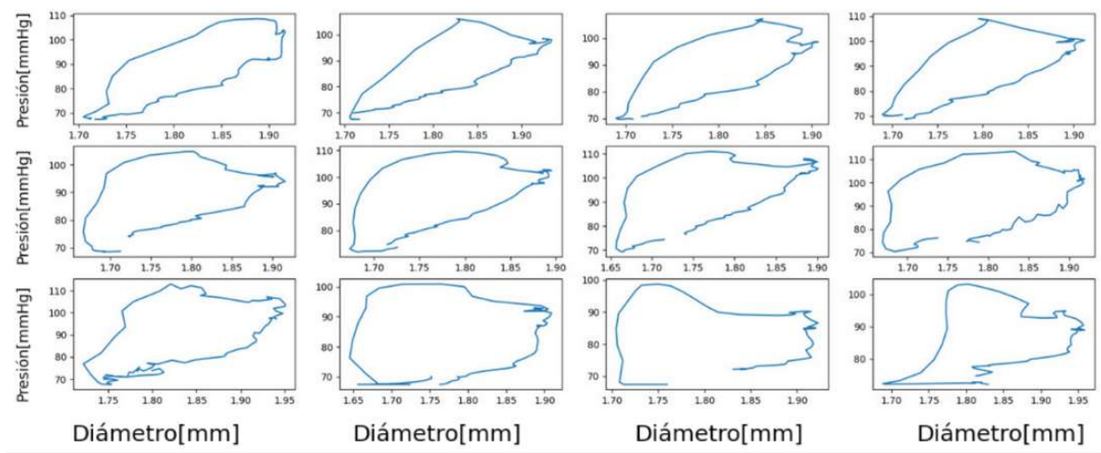

Figura 3: Bucles presión-deformación de 12 latidos consecutivos

Estos bucles pudieron ser analizados a mayor detalle mediante la aplicación desarrollada obteniendo características adicionales.

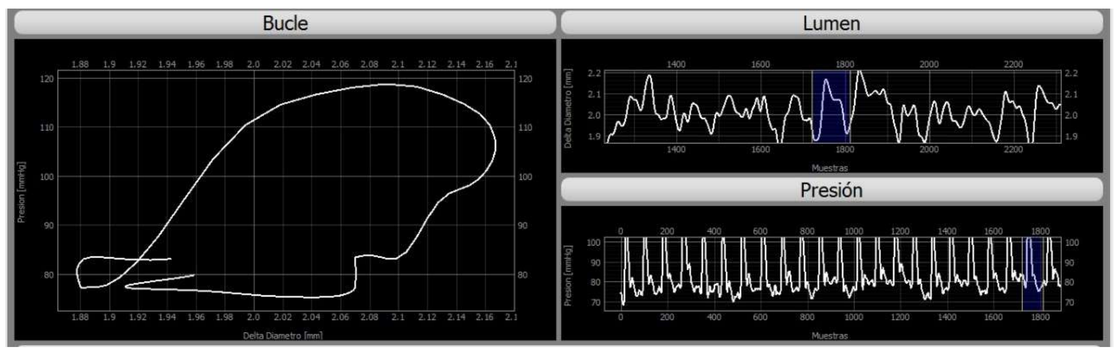

Figura 4: Bucle (izquierda) dibujado utilizando los vectores diámetro y presión (derecha) para un latido utilizando la aplicación desarrollada.

Conclusiones

Las mediciones realizadas cumplen con el objetivo inicial de lograr medir el bucle presión-deformación arterial mediante un método no invasivo sentando las bases para múltiples investigaciones como:

- La caracterización de pacientes normotensos e hipertensos mediante su bucle presión-deformación.
- La modelización matemática de las arterias mediante diversos sistemas físicos obteniendo sus características mediante el bucle.
- La adquisición de valores característicos del bucle (área, β, valores máximos y mínimos, etc.) en pacientes sanos y pacientes con alteraciones con el objetivo de prevención de enfermedades cardiovasculares.

Los errores en las mediciones estuvieron por debajo de los planteados inicialmente (10% para la presión y 20% para el diámetro). Se determinaron las fuentes principales de error, permitiendo a futuros trabajos disminuir aún más el error total. La mayor desviación procede de la adquisición del video ecográfico, y por lo tanto, del diámetro que con la habilidad de un/a ecografista se solucionaría.

Referencias

[1] Saito Takumi et al, *Estimation of viscoelasticity of radial artery via simultaneous measurement of changes in pressure and diameter using a single ultrasound probe.* Japanese Journal of Applied Physics 59 SKKE04, Jpn, 2020.

[2] Koelwyn1 et al, *Ultrasonography and Tonometry for the Assessment of Human Arterial Stiffness.* School of Health and Exercise Sciences, University of British Columbia. Canada, 2012