

Sistema basado en inteligencia artificial para el diagnóstico temprano de oclusiones arteriales mediante ultrasonido

Juan José Carreras Espinal

Introducción

Las enfermedades cardiovasculares son una de las principales causas de muerte a nivel mundial, representando aproximadamente 17.9 millones de defunciones anuales (OMS, 2023).

Métodos tradicionales como la angiografía son invasivos y costosos, mientras que el ultrasonido Doppler es no invasivo pero depende en gran medida del operador.

La inteligencia artificial es herramienta ya utilizada automatizar el diagnóstico, mejorar la precisión y reducir la subjetividad en la interpretación de imágenes médicas.

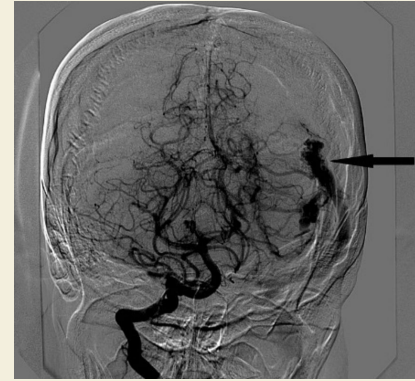


Figura 1. -Angiografía cerebral a través de la arteria carótida interna Fuente: researchgate (2015)

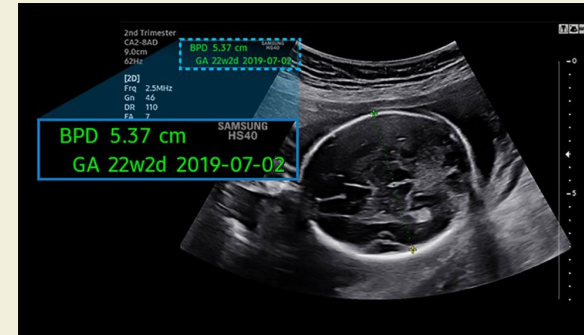


Figura 2. -Medición del diámetro biparietal con BiometryAssist Fuente: MedImaging "Tecnologías de ultrasonido con IA mejoran el cuidado fetal" 2020.

Planteamiento del problema

01

Alta mortalidad global

32%

Mundial



32%

Mexico

02

Métodos actuales

Invasivos



costosos

03

Contexto regional

Estado	Sobrepeso y obesidad	Peso normal	Peso bajo
Yucatán	51%	46%	3%

73.3%

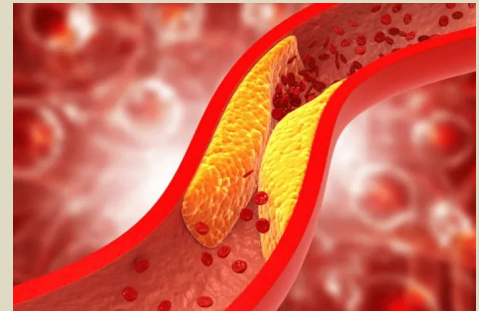
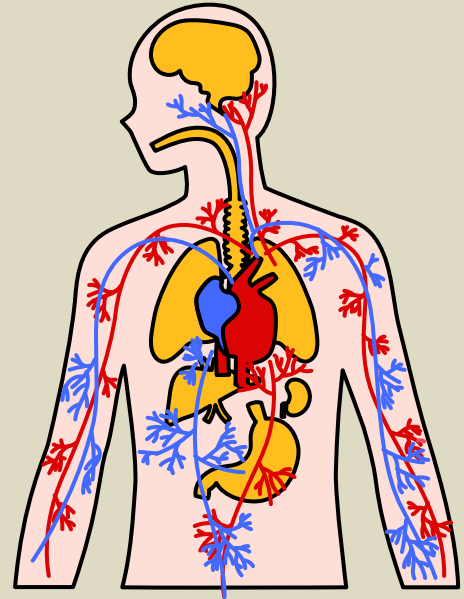
Obesidad

13.1%

Diabetes

Justificación

Las oclusiones arteriales representan un problema crítico al limitar el flujo sanguíneo y provocar complicaciones graves como infartos o accidentes cerebrovasculares. Sin embargo, su detección temprana aún es un desafío por la necesidad de equipos costosos o estudios invasivos.



Objetivo general

Desarrollar un sistema experimental de inteligencia artificial que diagnostique oclusiones arteriales y estime su severidad a partir de ultrasonidos, con una precisión $>90\%$, ofreciendo una alternativa no invasiva a la angiografía.

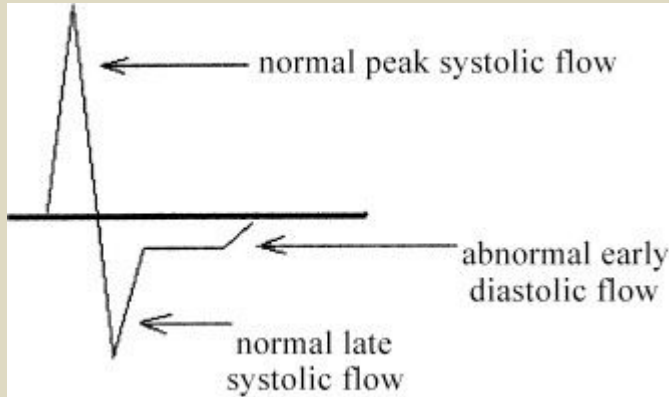


Figura 3. -Reversión de flujo en la arteria subclavia. Fuente: Oglesby B, Sorrell K. (2004)

Objetivos específicos

01

Construir un phantom arterial que reproduzca las propiedades mecánicas de una arteria femoral con oclusiones calibradas al menos al 25%, 50% y 75%.

02

Generar un dataset de señales hemodinámicas con al menos 500 muestras por categoría de oclusión, procesadas y etiquetadas.

03

Entrenar una red neuronal de tres capas que clasifique las oclusiones con precisión mayor al 85% validada mediante prueba cruzada.

Metodología

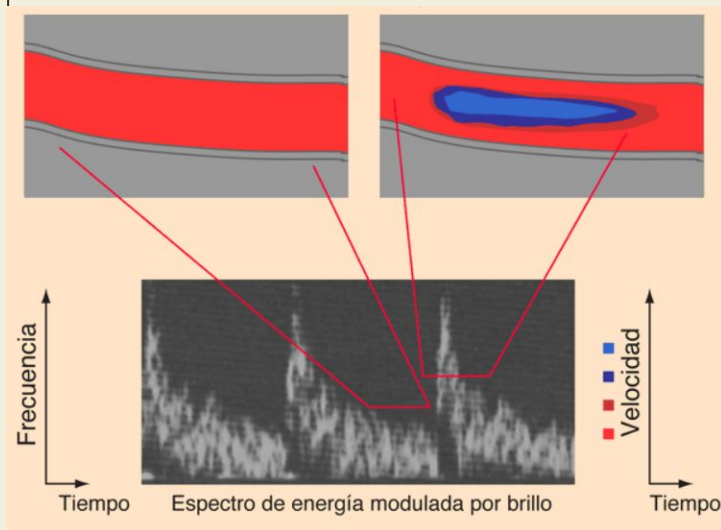


Figura 4. - Frecuencia de batido entre las ondas incidente y reflejada. Fuente: HyperPhysics, M Olmo R Nave

01

Diseño y
Construcción del
Phantom Arterial

03

Procesamiento de
Señales y sonidos

02

Adquisición de Datos

04

Desarrollo del
Modelo de IA,
entrenamiento y
validación

Resultados

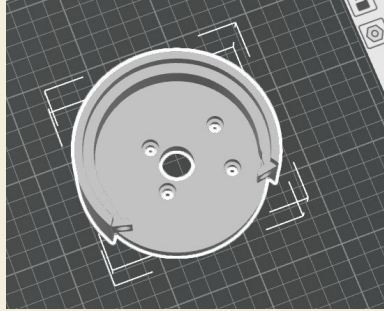


Figura 5. - Diseño final de base.
Fuente: Elaboracion propia.



Figura 7. -Manguera de teflon utilizada.
Fuente: Elaboracion propia.

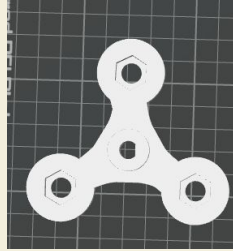


Figura 6. - Diseño final de los Spin. Fuente: Elaboracion propia.



Figura 8. -Implementación de los spin, base y motor. Fuente: Elaboracion propia.



Figura 9. -Preliminar de la bomba peristáltica con flujo de 180ml. Fuente: Elaboracion propia.

Conclusión

En comparación con los estudios revisados para este proyecto, donde se describen bombas peristálticas compactas con rangos de flujo entre 90 y 120 ml/min, la bomba mostró que es posible modular el motor hasta 200 rpm para alcanzar flujos cercanos a 180 ml/min, ubicándose dentro del comportamiento reportado en la literatura. Aunque el sistema aún se encuentra en fase inicial, el control del motor es estable y la manguera de teflón ofrece la compresión adecuada para generar una succión consistente, lo que confirma que el diseño avanza de manera funcional y alineada con los parámetros observados en los estudios consultados.



Referencias

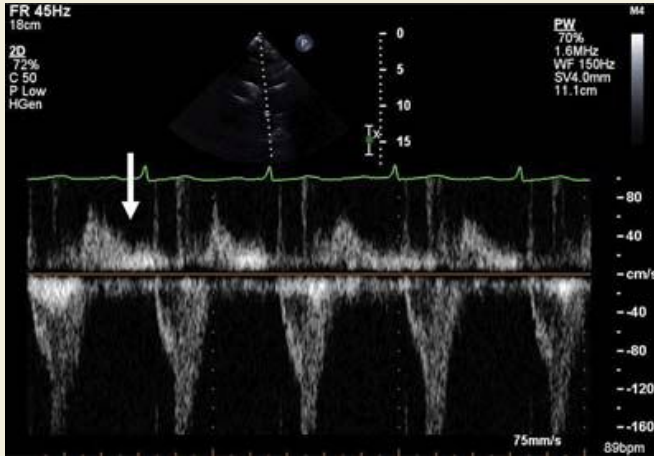


Figura 8. - flujo holodiastolico retrógrado en la aorta torácica. Fuente: ResearchGate Sheila Klassen.

- Organización Mundial de la Salud. (2023). Cardiovascular diseases (CVDs). WHO. <https://www.who.int/health-topics/cardiovascular-diseases>
- Secretaría de Salud. (2023). En México, 12.4 millones de personas viven con diabetes. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/salud/prensa/547-en-mexico-12-4-millones-de-personas-viven-con-diabetes>
- Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE). (2023). La obesidad en México. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/issste/articulos/la-obesidad-en-mexico>
- Sánchez-Castillo, C. P., Pichardo-Ontiveros, E., & López-Rodríguez, G. (2018). The epidemiological transition from undernutrition to overweight and obesity in rural communities of Yucatán, Mexico. BMC Public Health, 18(1), 1–10. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29463112/>

A grayscale photograph of a person's hands holding a smartphone. The phone's screen displays the word 'Gracias' in a large, black, serif font. The image is framed by a light beige border with thin black lines.

Gracias