



Modelar el corazón de un paciente con inteligencia artificial

Con el método FiberNet, creado por los investigadores, es posible representar las fibras del corazón de un paciente en específico y, así, diseñar y probar intervenciones médicas de manera computacional.

Investigadores principales:

Francisco Sahli Costabal ^{1,2}
Carlos Ruiz Herrera ^{1,2}
Thomas Grandits ^{3,6}
Gernot Plank ⁴
Paris Perdikaris ⁴
Simone Pezzuto ⁵

¹ Departamento de Ingeniería Mecánica y Metalúrgica, Escuela de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile.

² Instituto de Ingeniería Biológica y Médica, Pontificia Universidad Católica de Chile.

³ Institute of Mathematics and Scientific Computing, University of Graz, Austria.

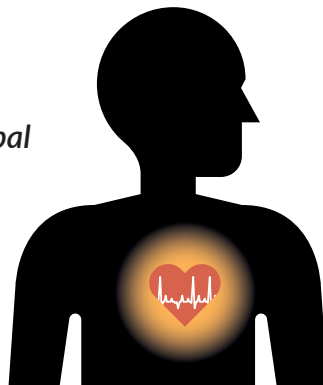
⁴ Department of Mechanical Engineering and Applied Mechanics, University of Pennsylvania, Philadelphia, USA.

⁵ Center for Computational Medicine in Cardiology, Euler Institute, Università della Svizzera italiana, Lugano, Switzerland.

⁶ Gottfried Schatz Research Center - Division of Biophysics, Medical University of Graz, Austria.

Las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte en el mundo.

+ 17 millones
de muertes al año



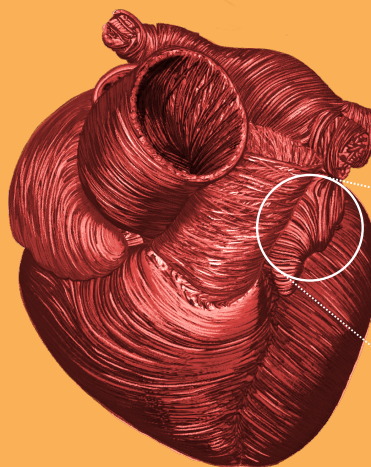
Fibrilación auricular, una patología frecuente

Es un tipo de arritmia cardíaca, es decir, los impulsos eléctricos del corazón no funcionan correctamente y producen latidos irregulares.

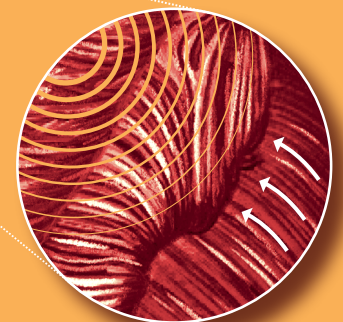
Se asocia a otras enfermedades cardíacas más graves, por lo que deben tratarse a tiempo.

Dificultad para estudiar el corazón en vivo

Este es uno de los principales obstáculos para abordar las enfermedades del corazón. Los exámenes existentes no dan cuenta de todas sus características, por ejemplo, de la orientación de las fibras que lo estructuran.

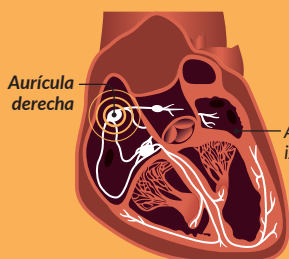


La orientación de las fibras juega un rol central en la función del corazón y en las arritmias

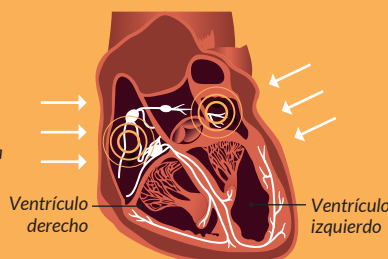


Cómo funciona el corazón

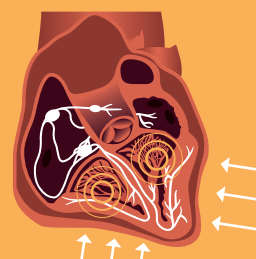
Lo que conocemos como latido es una señal eléctrica que se transmite por las fibras.



1 La onda eléctrica se origina en la aurícula derecha.



2 Se propaga por ambas aurículas, las que envían sangre a los ventrículos.



3 Los ventrículos se contraen y bombean sangre al resto del cuerpo.

La onda eléctrica viaja a distinta velocidad dependiendo de si va en la misma dirección que las fibras, o si las atraviesa.

Los investigadores trabajan en un método que permitiría conocer la orientación de las fibras del corazón.

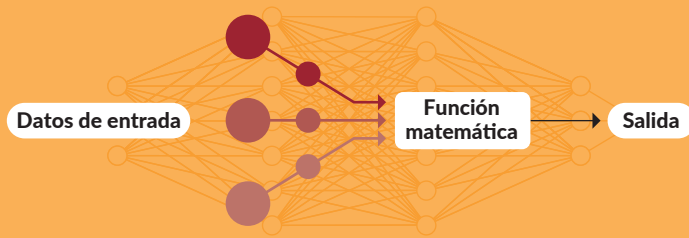
FiberNet: un método para modelar las fibras del corazón

Los investigadores crearon un método que permite estimar la arquitectura de las fibras del corazón aplicando inteligencia artificial. Utilizan información que es posible capturar desde las ondas eléctricas de las aurículas, complementada con leyes físicas generales de la propagación de ondas.

Aplicando inteligencia artificial

¿Qué es una red neuronal artificial?

Es una forma de “machine learning” –o aprendizaje autónomo de una máquina– inspirado en el funcionamiento del cerebro humano: puede procesar y encontrar relaciones dentro de una gran cantidad de datos.



Pero, ¿qué pasa cuando no hay suficientes datos, como en el caso del corazón?

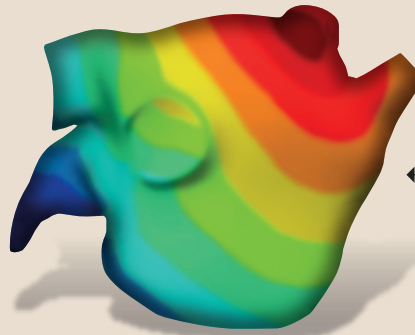
Los investigadores utilizaron una técnica llamada PINNs (physics-informed neural networks).

Las redes neuronales incorporan leyes de la física para suplir los datos que faltan.

Así consiguen modelar problemas complejos.

Cómo funciona FiberNet

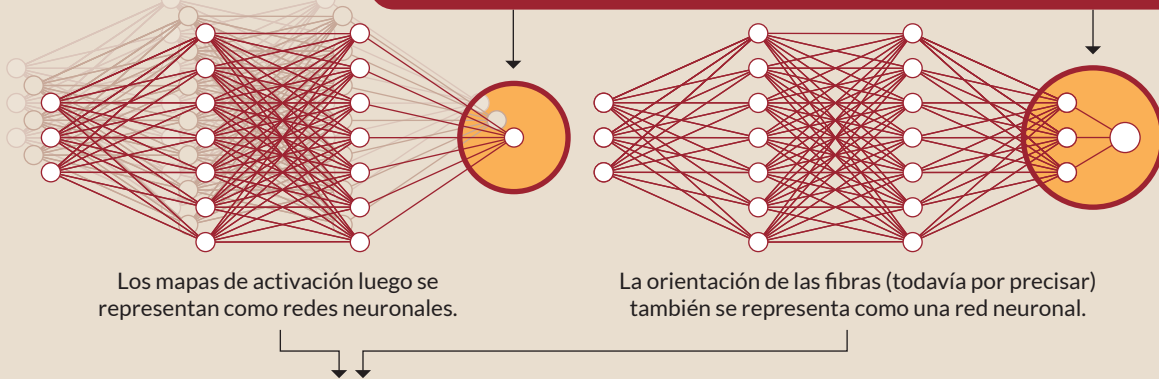
1 Se inserta un catéter en la aurícula del corazón, el cual tiene un electrodo capaz de captar las ondas eléctricas.



Con estos datos se construyen “mapas de activación” cardíaca.

2 Entrenamiento

El proceso de aprendizaje incluye leyes físicas de la propagación de las ondas (técnica PINNs).

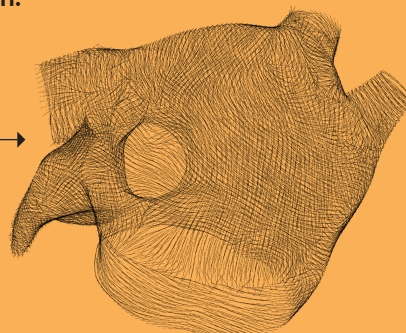


Los mapas de activación luego se representan como redes neuronales.

La orientación de las fibras (todavía por precisar) también se representa como una red neuronal.

3 El resultado de este proceso de machine learning permitió modelar la orientación de las fibras del corazón con precisión.

FiberNet se probó en modelos sintéticos 2-D y 3-D, en un corazón explantado, y en un paciente real.



Un paso hacia la medicina de precisión

El desarrollo de esta tecnología permitiría avanzar hacia una medicina que ofrezca tratamientos de salud más personalizados y eficientes.

Ensayar digitalmente antes de intervenir

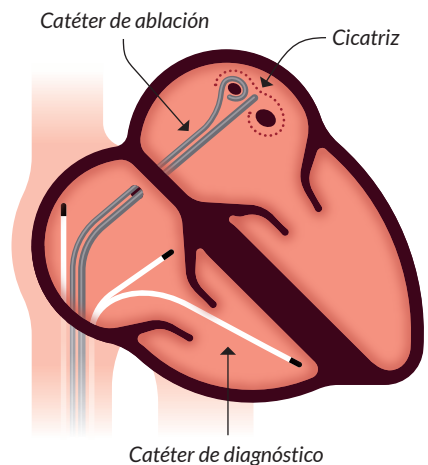
A través de FiberNet se podrían probar intervenciones médicas cardíacas en modelos digitales personalizados antes que en pacientes.

Un ejemplo: tratamiento de ablación

Conocer con precisión la orientación de las fibras permitiría simular múltiples opciones de este tratamiento y predecir cómo reaccionaría el corazón a cada una.



La **ablación cardíaca** es un procedimiento en el cual se queman y crean cicatrices en pequeñas zonas del corazón para evitar que circulen las señales eléctricas anormales.



Más información sobre la eficacia que tendrá el tratamiento.



Intervenciones más precisas



Mejores resultados



Disminución de reincidencia, es decir, de repetición del tratamiento.

Desafíos futuros

- 1 Incorporar **FiberNet** en el trabajo en los hospitales.
- 2 Aplicar la técnica también a los ventrículos y así extenderla a otras patologías.
- 3 Crear otras herramientas innovadoras que contribuyan a estrechar la brecha entre la ciencia y la práctica clínica.

La importancia de prevenir

La salud de nuestro corazón depende en gran parte de nuestro estilo de vida. Mantener una dieta equilibrada, hacer ejercicio regularmente, evitar el alcohol y el tabaco, y manejar el estrés nos ayudan a prevenir enfermedades cardíacas.

Investigación financiada por:

Este trabajo fue financiado por un Open Seed Fund de CORFO 14ENI2-26862 otorgado a CRH y FSC, y por el programa de Iniciativa Científica Milenio de ANID NCN19-161 otorgado a FSC. SP y FSC agradecen también el apoyo financiero de Leading House for Latin American Region (Grant Agreement No. RPG 2117).

Este trabajo fue financiado, además, por Theo Rossi di Montelera Foundation, Metis Foundation Sergio Mantegazza, Fidinam Foundation y Horten Foundation to the Center for Computational Medicine in Cardiology. SP agradece también a CSCS-Swiss National Supercomputing Centre (Production Grant No. s1074) y a Swiss Heart Foundation (No. FF20042).

Por último, agradecemos a la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile por proveer los recursos computacionales para este estudio.