

# Un doble para los vasos sanguíneos

*A stuntman for blood vessels*

**Como si se tratara del doble de acción en una película, los modelos arteriales están diseñados para soportar prácticas investigativas mediante pruebas de ensayo-error en los laboratorios.**

***Like a stuntman in a movie, arterial models are designed to withstand trial-and-error research practices in laboratories.***



Por / By:

Luisa María Echeverry Barrera  
luisa.echeverry@upb.edu.co

Fotos / Photos:  
Divulgación Científica  
y Comunicaciones

## H

erófilo de Calcedonia, el primer anatomista de la Antigüedad y fundador de la Escuela Médica de Alejandría, logró constatar la dependencia del pulso con la actividad del corazón, determinó su ritmo al medirlo y compararlo con la música y, además, diferenció los nervios y ligamentos de los vasos sanguíneos, a pesar de ser llamado por algunos un carnicero. Solo gracias a la disección de más de 600 cadáveres para su observación y análisis, el médico griego sentó las bases para el entendimiento del comportamiento biomecánico de los órganos, que hoy es fundamento para la investigación y formación en el campo de las ciencias médicas.

*Herophilus of Chalcedon was the first anatomist of Antiquity and founder of the Medical School of Alexandria. He managed to verify the dependence of the pulse on the activity of the heart; he also determined its rhythm by measuring it and comparing it with music and, in addition, he differentiated the nerves and ligaments from the blood vessels, despite being called by some a butcher. It was only thanks to the dissection of more than 600 corpses for observation and analysis that the Greek doctor laid the foundations for understanding the biomechanical behavior of organs, which today is the foundation for research and training in the field of medical sciences.*

Durante el Renacimiento, los estudios anatómicos se potenciaron, entre otros, gracias a las disecciones hechas por personajes como Leonardo da Vinci y el médico inglés William Harvey, este último, pionero en describir la circulación sanguínea y las propiedades de la sangre. Desde entonces, las ciencias anatómicas se han basado en la visualización y manipulación de las estructuras biológicas para caracterizarlas.

La concepción moderna de la investigación anatómica prescinde de la disección de cadáveres humanos (¡por fortuna!), pero no abandona la observación como una acción primordial para dimensionar aspectos esenciales de nuestro organismo.

En la actualidad, además de estudiar la forma, disposición y caracterización de los órganos, técnicas como el ultrasonido y la elastografía, para determinar la rigidez de los tejidos, permiten constatar aspectos con mayor especificidad sobre su composición y dinámica, para garantizar intervenciones médicas adecuadas según sea el caso. Fue, es y será una necesidad el desarrollo de modelos que emulen, cada vez con más precisión, el comportamiento interno del cuerpo.



El G.I. en Dinámica Cardiovascular estudia cómo mejorar los procesos diagnóstico terapéuticos del ámbito cardiovascular.

---

## La invención del modelo arterial es el resultado de la articulación y complementariedad de tres áreas del conocimiento: medicina, ingeniería biomédica e ingeniería mecánica.

---

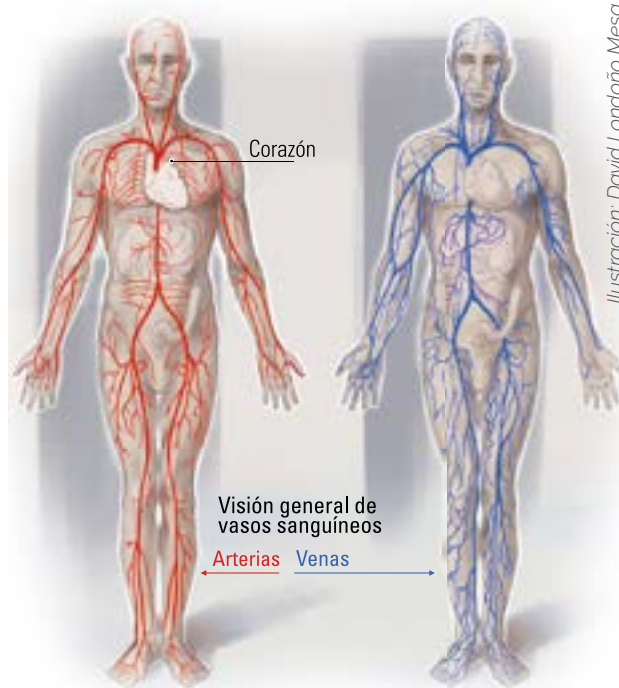


Ilustración: David Londoño Mesa

*During the Renaissance, anatomical studies were promoted, among others, thanks to the dissections carried out by famous people such as Leonardo da Vinci and the English doctor William Harvey, the latter a pioneer in describing blood circulation and the properties of blood. Since then, anatomical sciences have been based on the visualization and manipulation of biological structures to characterize them.*

*The modern conception of anatomical research dispenses with the dissection of human corpses (fortunately!), but it does not abandon observation as a primary action to understand the dimension of essential aspects of our organism.*

*At present, in addition to studying the shape, arrangement and characterization of organs, techniques such as ultrasound and elastography, to determine tissue stiffness, allow more specific aspects of their composition and dynamics to be determined, in order to guarantee adequate medical interventions, depending on the case. It was, is, and will be a necessity to develop models that emulate, with ever more precision, the internal behavior of the body.*

---

**The invention of the arterial model is the result of the articulation and complementarity of three areas of knowledge: medicine, biomedical engineering and mechanical engineering.**

---

Aunque para algunos estudios los modelos provienen de seres vivos como el cerdo, la rata y los bovinos, la información que estos brindan está condicionada por el tiempo de extracción y sus características biológicas: edad, calidad de vida, genética, entre otras. Por eso, los científicos trabajan en la creación y estandarización de modelos fabricados con materiales poliméricos capaces de emular, por ejemplo, la elasticidad y viscosidad de los tejidos, y que proporcionen puntos de referencia constantes para experimentaciones en los ámbitos de la bioingeniería y prácticas investigativas.

Este es el caso de la invención de un modelo arterial en el que trabajaron los investigadores [John Bustamante Osorno](#), líder del [Grupo de Investigación en Dinámica Cardiovascular](#) de la UPB, y [Jorge Enrique Saldarriaga Escobar](#), en la realización de pruebas mecánicas, junto a [Miguel Bernal Restrepo](#), quien, en su momento, realizaba una estancia postdoctoral con la UPB en el marco de la convocatoria *Es Tiempo de Volver* del 2014. La invención es un modelo anatómico que permite analizar el comportamiento biomecánico de los tejidos que conforman los conductos vasculares.



---

**Las paredes de las arterias son anisotrópicas y elásticas no lineales: responden de diferentes maneras según la dirección y tensión ejercidas.**

---

---

**Artery walls are anisotropic and nonlinearly elastic: they respond in different ways depending on the direction and stress exerted.**

---

*Although for some studies the models come from living beings such as pigs, rats and cattle, the information they provide is conditioned by the time of extraction and their biological characteristics: age, quality of life, genetics, among others. For this reason, scientists work on the creation and standardization of models made of polymeric materials capable of emulating, for example, the elasticity and viscosity of tissues, and that provide constant reference points for experimentation in the fields of bioengineering and research practices.*



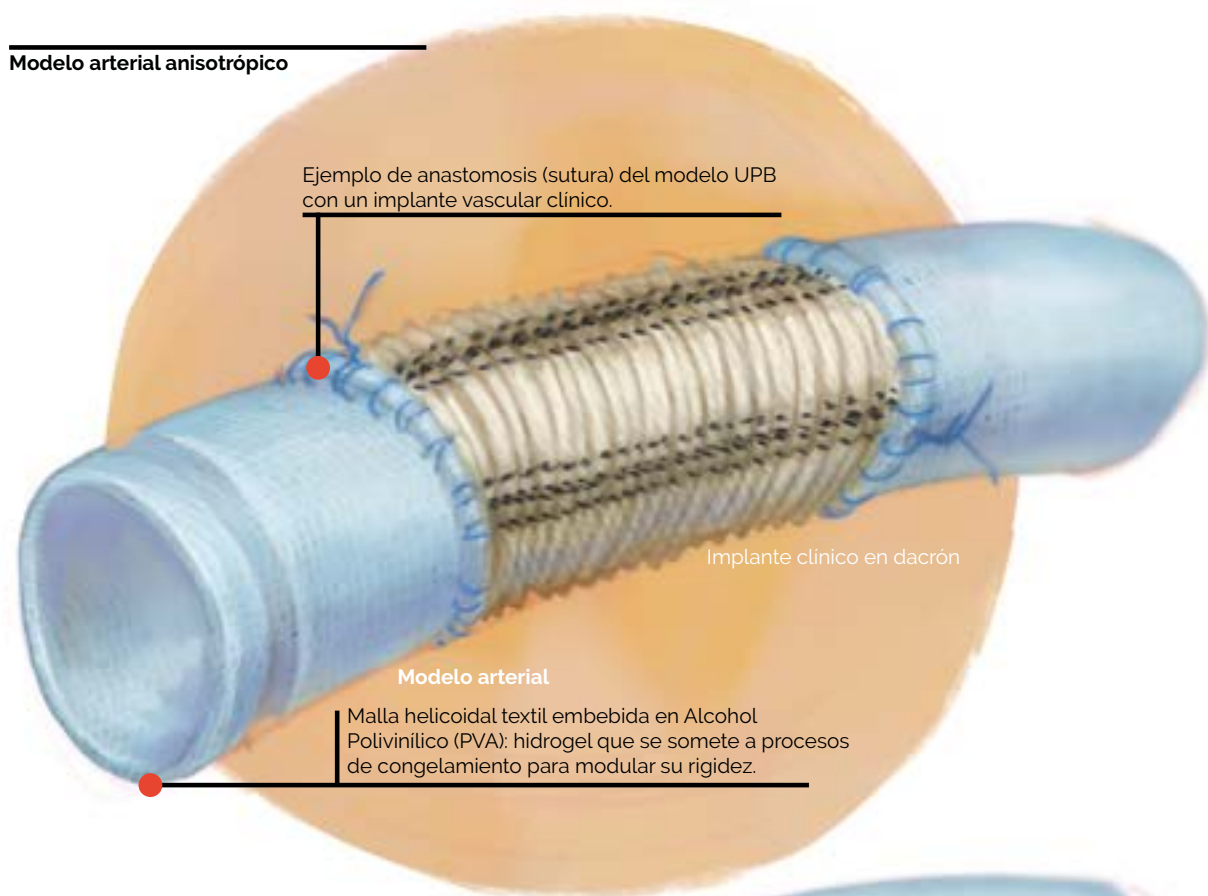
Escaneo del modelo mediante ultrasonido

*Such is the case of the invention of an arterial model in which researchers John Bustamante Osorno, leader of the Cardiovascular Dynamics Research Group at the UPB, and Jorge Enrique Saldarriaga Escobar, carried out mechanical tests, together with Miguel Bernal Restrepo, who, at the time, was doing a postdoctoral stay with the Research Group within the framework of the 2014 *Es Tiempo de Volver* (It's time to return) call. It is an anatomical model that allows analysis of the biomechanical behavior of the tissues that make up the vascular ducts.*

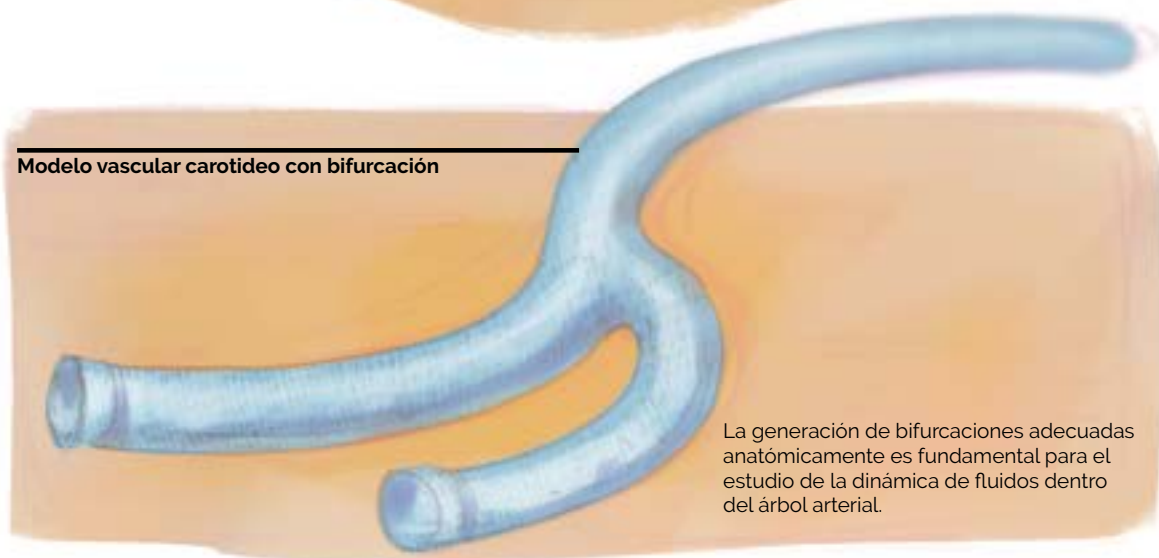
# Modelos arteriales sello UPB

Dispositivos de aplicación investigativa, pedagógica y de proyección terapéutica para atender necesidades relacionadas con los niveles de predictibilidad de un procedimiento médico y el desarrollo de nuevas técnicas diagnósticas en el campo de bioingeniería.

## Modelo arterial anisotrópico



## Modelo vascular carotideo con bifurcación

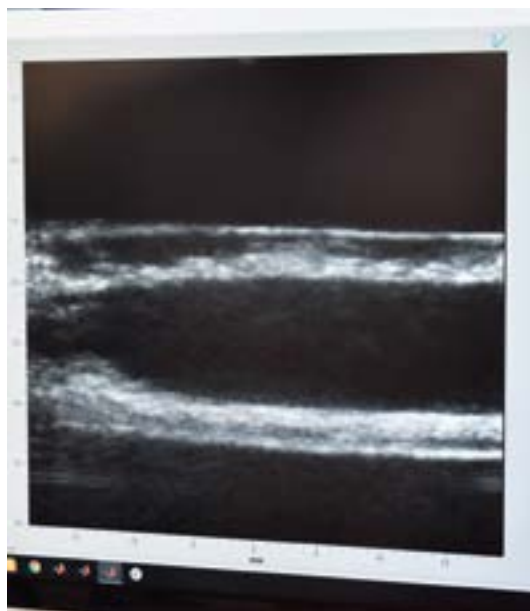


Fuente: Inventores del modelo patentado

El modelo está constituido por una malla textil embebida en un hidrogel llamado Alcohol Polivinílico (PVA). La unión de estos materiales, que forman un conducto helicoidal, permite una representación idónea de las propiedades anisotrópicas de las capas de los vasos sanguíneos, lo que quiere decir que, al momento de generarse una fuerza relacionada con los cambios de presión en el modelo, las paredes responden de diferentes maneras según la dirección y tensión establecidas, tal como funciona un vaso nativo.

Uno de los principales logros de esta invención es la capacidad de emular la elasticidad de la pared arterial, una característica importante en diversos contextos diagnósticos. El número de veces que se contrae el corazón en un minuto es proporcional con el "estrés" de los vasos. Estas estructuras vasculares nativas, por su elastodinamia (propiedades elásticas), resisten cambios de presiones que pueden variar desde los 70 a 120 milímetros de mercurio (mm Hg) en una persona sana, hasta los 160 a 180 mm Hg cuando se está realizando alguna actividad física o deporte.

Así, el material para la fabricación de los modelos anatómicos debe permitir una elongación tal que no se genere ninguna concentración de esfuerzos al aplicar ciertas presiones, lo que no ocurre con los materiales de los modelos comerciales: dacrón y politetrafluoroetileno. Pues, si bien estos últimos permiten el entrenamiento quirúrgico de suturas o navegación endovascular, son poco idóneos para dar cuenta de todas las características biomecánicas de los vasos. Para explicarlo, el investigador Miguel Bernal Restrepo utiliza como ejemplo una camiseta: "Si tú la halas veinte veces y el material con el que se fabricó es muy rígido, termina por rasgarse. Por el contrario, si es un material elongable, tú la halas y la halas las veces que quieras".



*It is made up of a textile mesh embedded in a hydrogel called Polyvinyl Alcohol PVA. The union of these materials, which form a helical conduit, allows an ideal representation of the anisotropic properties of the blood vessel layers, which means that, when a force related to pressure changes is generated in the model, the walls respond in different ways depending on the set direction and tension, just like a native vessel works.*

*One of the main achievements of this invention is its ability to emulate the elasticity of the arterial wall, an important feature in various diagnostic contexts. The number of times the heart contracts in a minute is proportional to the "stress" of the vessels. These native vascular structures, due to their elastodynamics (elastic properties), resist pressure changes that can vary from 70 to 120 millimeters of mercury (mm Hg) in a healthy person, up to 160 to 180 mm Hg when physical or sport activity is being carried out.*

*Thus, the material for the manufacture of anatomical models must allow an elongation such that no stress concentration is generated when certain pressures are applied, which does not occur with the materials of commercial models: Dacron and polytetrafluoroethylene. Although the latter allow surgical training of sutures or endovascular navigation, they are not very suitable for accounting for all the biomechanical characteristics of the vessels. To explain this, researcher Miguel Bernal Restrepo uses a T-shirt as an example: "If you pull it twenty times and the material with which it was made is very rigid, it ends up ripping. On the contrary, if it is a stretchable material, you pull it and pull it as many times as you want."*

Tras años de trabajo en este desarrollo, luego de múltiples pruebas y evaluaciones en diferentes niveles de presión y elongación, el investigador John Bustamante Osorno asegura que la similitud del modelo es total en comparación con los vasos nativos o naturales. Con la certeza de que este es un modelo útil para el entrenamiento médico en la subespecialidad de cardiología intervencionista y de cirugía cardiovascular, con la obtención de resultados más precisos en la investigación de alternativas terapéuticas desde el campo de la bioingeniería, se acerca para la UPB la posibilidad de una nueva transferencia tecnológica como opción para el diseño de procedimientos médicos personalizados.

*After years of work on this development and multiple tests and evaluations at different levels of pressure and elongation, researcher John Bustamante Osorno assures that the similarity of the model is total compared to native or natural vessels. With the certainty that this is a useful model for medical training in the subspecialty of interventional cardiology and cardiovascular surgery, and more accurate results in the investigation of therapeutic alternatives from the field of bioengineering, the possibility of a new technology transfer as an option for the design of personalized medical procedures seems to lie ahead for UPB.*

---

**The *Es Tiempo de Volver* (It's time to return) call, promoted by Minciencias, seeks to link Colombians abroad with doctoral training to entities of the National CTeI System to work on research or technological development.**

---

---

**La convocatoria *Es Tiempo de Volver*, impulsada por Minciencias, busca vincular a colombianos en el exterior con formación doctoral a entidades del Sistema Nacional de CTeI para trabajar en una investigación o desarrollo tecnológico.**

---



*Investigadores (de izquierda a derecha): John Bustamante Osorno, Jorge Enrique Saldarriaga Escobar y Miguel Bernal Restrepo*

## Ficha técnica

**Nombre del proyecto:** Modelo arterial anisotrópico.  
**Palabras clave:** Modelo arterial; Vasos sanguíneos; Anisotropía; Patente.  
**Grupo de investigación:** Dinámica Cardiovascular.  
**Seccional:** Medellín.  
**Líder del proyecto:** John Bustamante Osorno.  
**Correo electrónico:** john.bustamante@upb.edu.co

## Data sheet

**Project name:** Anisotropic arterial model.  
**Keywords:** Arterial model; Blood vessels; Anisotropy; Patent.  
**Research group:** Cardiovascular Dynamics.  
**Campus:** Medellín  
**Project leader:** John Bustamante Osorno  
**E-mail:** john.bustamante@upb.edu.co