# SIMULADOR VASCULAR PERSONALIZABLE IMPRESO EN 3D

TECNOLOGÍA PATENTADA

**DATOS DE CONTACTO:**

Relaciones con la Empresa
Oficina de Transferencia de Resultados de la Investigación-OTRI
Universidad de Alicante
Tel.: +34 96 590 99 59
Email: areaempresas@ua.es
http://innoua.ua.es

## RESUMEN

El **grupo de Diseño en Ingeniería y Desarrollo Tecnológico (DIDET)** desde el laboratorio ArtefactosLAB de la Universidad de Alicante ha desarrollado un sistema modular de tramos intercambiables para simular modelos anatómicos vasculares de redes arteriales personalizables para un paciente. Esta invención, fabricada mediante **impresión 3D**, posibilita la preparación con mayor detalle de intervenciones reales de diferentes patologías como aneurismas o estenosis.

El grupo busca empresas o instituciones interesadas en continuar con esta labor de innovación sanitaria desarrollando el sistema o en el diseño y fabricación de otros nuevos dispositivos.



## INTRODUCCIÓN

Las **técnicas endovasculares** se encuadran en el contexto de los procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos, consisten en introducir catéteres y otros elementos en el interior de los vasos sanguíneos del paciente para mejorar el tratamiento de algunas lesiones vasculares. Actualmente, constituyen un campo médico en pleno desarrollo, permitiendo soluciones diagnósticas y terapéuticas más precisas y menos cruentas a patologías complejas. Sin embargo, la adquisición de habilidades y el entrenamiento técnico en este campo es difícil. La simulación con modelos animales está cada vez más en desuso y el diseño aditivo es una alternativa muy prometedora.

Hasta el momento, los modelos de simuladores vasculares conocidos son bidimensionales, es decir, carecen de relación de profundidad. Esto permite la simplificación del manejo de los catéteres pero, al mismo tiempo, supone la pérdida de la correlación fiable con la práctica real. Por tanto, están basados en modelos anatómicos teóricos idealizados y simplificados, no

en modelos reales.

De hecho, la gran desventaja que presentan los modelos conocidos reside en que no permiten representar todas las irregularidades de las paredes arteriales, las diferencias en el calibre interno de los vasos ni la tortuosidad anatómica que en las intervenciones reales condicionan los accesos vasculares y la estabilidad de los catéteres.

Por todo lo anterior, es necesario desarrollar un sistema modular que ofrezca una solución sencilla pero eficiente para simular modelos anatómicos vasculares de redes arteriales personalizadas para un paciente, las cuales representen con exactitud las deformaciones o afecciones concretas. De esta forma, se generen las sensaciones táctiles de la práctica clínica real y poder preparar adecuadamente las intervenciones de diferentes patologías como aneurismas o estenosis.

## DESCRIPCIÓN TÉCNICA

La presente invención permite reproducir con fiabilidad una red arterial de un modelo anatómico real, así como fabricar tramos intercambiables que representen patologías replicando las lesiones tal y como son. Así, se posibilita la preparación con mayor detalle de intervenciones reales para decidir con mayor certeza el material apropiado y el mejor abordaje de forma individualizada en cada caso.

El sistema se compone de dos partes, la base que ofrece soporte a las arterias y estabilidad al conjunto; y, por otro lado, la red arterial que simula la anatomía vascular real y se acopla por presión directamente sobre los soportes de la base.

La **base** está compuesta por un cuerpo laminar provisto de orificios, preferentemente de material rígido y translucido, que vista en planta simula el contorno de la anatomía del cuerpo humano parcial o completamente.

En cuanto a la **red arterial**, los tramos intercambiables que representan las arterias (sanos o con patología) conforman una geometría tridimensional totalmente fiel a la realidad anatómica del paciente.

Con más detalle, el sistema modular está integrado por los siguientes elementos (*véase Figura 1*):

La base comprende un cuerpo principal laminar (1) y unos soportes (2) que encajan en unos orificios situados a lo largo de la superficie del cuerpo principal (1). Por otra parte, en dos de los extremos de la lámina encontramos un sistema de unión que permite empalmar los diferentes módulos (cabeza, tórax, pierna,...) hasta poder construir un cuerpo entero. Opcionalmente, se encuentra adherido a la superficie del cuerpo principal (1) un código QR o similar (8) que actúa de marcador en un sistema de realidad aumentada.

La red arterial se compone de tramos de arterias sanos (3) de material rígido y tramos de arterias con patologías (4) de material flexible para que su superficie presente deformaciones, unidos entre sí mediante uniones rápidas y registrables.

La red arterial se encaja por presión a los soportes (2) de la base. Una vez unida la red arterial, el dispositivo cuenta con dos tipos de terminaciones, tapones (5) y tapón con entrada (6), que se unen, al igual que las arterias, mediante junta tórica para garantizar la estanqueidad. Estos tapones permiten el llenado y vaciado del fluido de la red arterial junto a una bomba que genera la circulación.

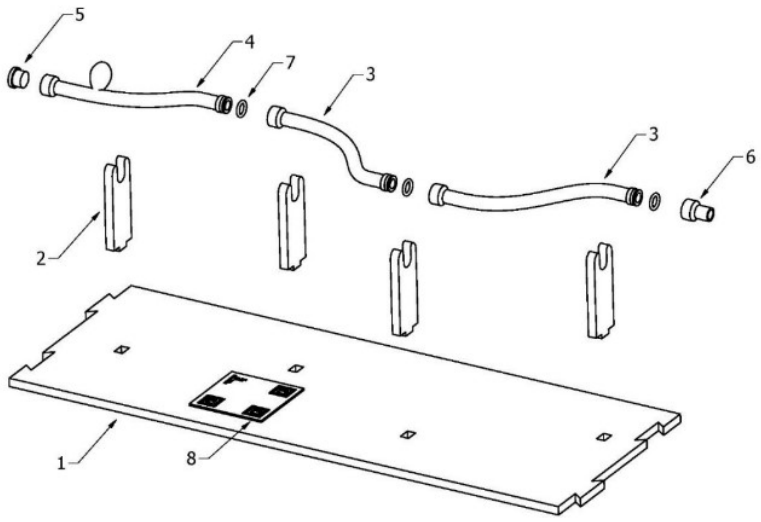



*Figura 1: Elementos que componen el sistema modular de tramos intercambiables.*

A continuación, se describen las etapas que conforman el procedimiento para el desarrollo y producción de un sistema modular de tramos intercambiables para la simulación vascular:

- Análisis del caso clínico y definición del proyecto de simulación.
- Adquisición de biomodelos del propio paciente.
- Diseño y modelado 3D del sistema.
- Producción del sistema modular de tramos intercambiables para simulación vascular mediante impresión 3D.
- Post-procesado de los tramos intercambiables que originan la red arterial.

• Montaje y validación.

## VENTAJAS Y ASPECTOS INNOVADORES

### VENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA

La presente invención presenta grandes ventajas:

• El sistema modular puede configurar parcialmente una parte de la anatomía (cabeza, pierna, brazo, etc.) o el cuerpo humano completo uniendo los diferentes módulos. Esta versatilidad permite abarcar diferentes especialidades médicas.

• Rápido montaje y desmontaje tanto de los módulos como de los tramos intercambiables que permite, por una parte, la didáctica en los talleres formativos, y por otra, la personalización del dispositivo con patologías de pacientes reales (aneurismas, estenosis, etc.). De este modo, se aumenta la calidad de la formación médica, se fomenta la planificación quirúrgica y se mejora la atención al paciente; todo ello conlleva una reducción en los tiempos de quirófano y hospitalización, con la consecuente reducción de gastos hospitalarios.

• En cuanto a la planificación quirúrgica, aporta un valor muy significativo en el ámbito neuroradiológico, ya que permite analizar casos clínicos complejos para crear biomodelos 3D a partir de técnicas de imagen médica del propio paciente.

• Los tramos intercambiables son de un material transparente, lo que permiten al médico intervencionista localizar la posición de la lesión o patología y maniobrar con el instrumental correspondiente a lo largo de la red arterial de forma visualmente directa. Adicionalmente, el material que integra los tramos intercambiables tiene carácter radiolúcido, lo que permite su visualización mediante aparatos de radiología en el propio entorno hospitalario.

### ASPECTOS INNOVADORES DE LA TECNOLOGÍA

La impresión 3D junto al uso de modelos tridimensionales se ha convertido en una alternativa productiva en la industria tradicional. En la actualidad, están ofreciendo soluciones a problemas técnicos industriales, sanitarios e incluso a aquellos que influyen en la calidad de vida de las personas. Especialmente útil para series cortas ya que ofrecen gran flexibilidad y la posibilidad de personalización. Este es el caso de la presente invención que, dentro de la impresión 3D, utiliza la tecnología estereolitografía (SLA), para fabricar piezas, mediante resinas de altas prestaciones, estables, resistentes, duraderas y con buena precisión.

Tras su fabricación es esencial realizar un exhaustivo lavado químico de los tramos intercambiables, interior y exteriormente, hasta eliminar completamente los restos de resina de los tramos, previamente a su curado por radiación UV. Todo ello, permite garantizar la calidad de los tramos intercambiables producidos.

Opcionalmente, el sistema modular de tramos intercambiables puede formar parte de un sistema de realidad aumentada (o mixta) que permita visualizar virtualmente el cuerpo del paciente junto con toda aquella información digital necesaria para la práctica clínica de la intervención. Para ello, la base incorpora sobre su superficie un código de identificación (QR u otro) que permita actuar de marcador en el sistema de realidad aumentada.

Por tanto, se trata de un proceso de fabricación que se caracteriza por el bajo coste de materiales y equipos necesarios, así como la posibilidad de ser producido rápidamente en cualquier parte del mundo con el consiguiente ahorro en logística y distribución.

## ESTADO ACTUAL

Se dispone de un prototipo desarrollado a partir de la participación de diferentes especialistas médicos que han probado y ajustado las dimensiones y prestaciones del simulador (*véase Figura 2*). Por tanto, se ha conseguido un dispositivo que cumple perfectamente los objetivos buscados.



*Figura 2: Vista en detalle de la red arterial del prototipo*

## APLICACIONES DE LA OFERTA

Fundamentalmente, se dirige al sector de tecnologías e innovación sanitaria para la mejora de la formación médica y la planificación quirúrgica.

La impresión 3D o fabricación aditiva es una técnica que puede aplicarse para satisfacer cualquier necesidad, de cualquier campo, que una persona pueda tener. Especialmente útil para aquellas personas con diversidad funcional con unas problemáticas muy personales en campos como el médico, educativo, laboral o de la movilidad.

## COLABORACIÓN BUSCADA

Desde ArtefactosLAB, el grupo DIDET busca empresas o instituciones interesadas en apoyar el desarrollo del sistema o en el diseño y fabricación de otros nuevos dispositivos con fines sociales o sanitarios.

## DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Esta tecnología se encuentra protegida mediante **solicitud de patente**.

- Título de la patente: *"Sistema modular de tramos intercambiables para simulación vascular y procedimiento de fabricación de los tramos intercambiables".*
- Número de solicitud: P202131127
- Fecha de solicitud: 03/12/2021

SECTORES DE APLICACIÓN (3)

Educación
Ingeniería, Robótica y Automática
Medicina y Salud

IMÁGENES TÉCNICAS (1)

