

# BIOBIZKAIA

## De la imagen médica a la cirugía personalizada; integración de modelos 3D en el tratamiento quirúrgico de la miocardiopatía hipertrófica obstructiva



Rubén García

RUBEN.GARCIAFERNANDEZ@bio-bizkaia.eus

946007987

<https://www.bio-bizkaia.eus/web/iis/bb/inicio>



**Actividad:** Biobizkaia es el centro de investigación e innovación sanitaria en Bizkaia. Su labor principal es la investigación traslacional, conectando laboratorios con la práctica clínica. Apoya la investigación e innovación en las organizaciones sanitarias de Osakidetza en Bizkaia y colabora con la UPV/EHU, agentes científicos y empresas en áreas como oncología, neurociencias y enfermedades crónicas. Proporciona servicios especializados y promueve la transferencia de tecnología al sector biomédico vasco.



**Sector:** Investigación sanitaria / I+D+i en salud



**Nº de personas empleadas:**



**Localización:** Plaza de Cruces, 48903, Barakaldo, Bizkaia

**Innovación INCREMENTAL de ámbito ESTATAL****¿Por qué es un POTENCIAL Caso Práctico en Innovación?**

Porque transforma el flujo clínico hospitalario de la cirugía cardíaca compleja al integrar modelos 3D personalizados en la planificación y ejecución de la intervención en pacientes con miocardiopatía hipertrófica obstructiva. La innovación no reside solo en la propia tecnología, sino en su incorporación estructurada al proceso asistencial, permitiendo anticipar la operación, reducir la improvisación y aumentar la seguridad mediante una actuación más precisa sobre el corazón. La evidencia clínica demuestra una reducción significativa de complicaciones y la mejora de los resultados quirúrgicos.

**INFORMACIÓN SOBRE EL CASO PRÁCTICO**

El Hospital Universitario de Cruces, junto con el Instituto de Investigación Sanitaria Biobizkaia, ha desarrollado un modelo integrado de impresión 3D aplicado a cirugía cardíaca compleja, centrado en el tratamiento de la miocardiopatía hipertrófica obstructiva (MHO). Esta patología provoca un engrosamiento anómalo del músculo del corazón que dificulta la salida de la sangre y requiere una intervención de alta precisión.

La innovación consiste en transformar imágenes médicas obtenidas mediante TAC o resonancia en modelos físicos tridimensionales personalizados del corazón del paciente. Estos modelos no son simples réplicas anatómicas, sino herramientas clínicas diseñadas para planificar con exactitud la cantidad y profundidad de tejido que debe researse durante la intervención. El proceso se ha integrado en el flujo hospitalario habitual, desde la adquisición de la imagen hasta la validación final por parte del equipo quirúrgico.

La propuesta de valor es clara: anticipar la cirugía antes de realizarla. En intervenciones donde unos pocos milímetros pueden marcar la diferencia entre el éxito y la complicación, disponer de una réplica exacta del órgano reduce la incertidumbre, mejora la seguridad y disminuye la dependencia exclusiva de la experiencia individual. El modelo no sustituye al profesional, pero refuerza su capacidad de decisión, aumenta la previsibilidad del procedimiento y contribuye a mejores resultados clínicos. Además, mejora la coordinación del equipo quirúrgico y facilita la comprensión del proceso por parte del paciente.

El proyecto ha supuesto la creación de un laboratorio hospitalario de impresión 3D y la implantación de un flujo coordinado entre radiología, ingeniería biomédica y cirugía, integrando la tecnología en el proceso asistencial habitual. Para garantizar la fiabilidad clínica, se ha formado a profesionales en segmentación avanzada de imagen y se han establecido protocolos de validación previos a cada intervención.

La iniciativa ha sido liderada por el Hospital Universitario de Cruces, con el soporte metodológico y científico del Instituto de Investigación Sanitaria Biobizkaia y la colaboración de la Universidad del País Vasco en ingeniería biomédica. En términos de recursos, ha implicado dedicación técnica específica y la participación de profesionales de radiología y cirugía cardiovascular. Asimismo, ha recibido apoyo de programas competitivos del Instituto de Salud Carlos III en el marco de la Plataforma de Biomodelos y Biobancos, lo que ha permitido reforzar infraestructura tecnológica y de recursos humanos. Organizativamente, el proyecto ha requerido redefinir procesos y estructurar un modelo operativo estable dentro de un entorno hospitalario altamente regulado.

De cara al futuro, la unidad trabaja en la obtención de la licencia como fabricante hospitalario de producto sanitario a medida bajo el nuevo marco regulatorio europeo, con el objetivo de extender el servicio a toda la red de Osakidetza y consolidar el modelo como estándar en cirugía cardíaca compleja. Paralelamente, se exploran nuevas aplicaciones en otras especialidades quirúrgicas y el refuerzo de la cooperación interhospitalaria.

**Antecedentes**

La cirugía cardíaca compleja, y en particular el tratamiento de la miocardiopatía hipertrófica obstructiva, presenta un elevado nivel de dificultad técnica debido a la variabilidad anatómica del corazón y a la limitada visibilidad en quirófano. Tradicionalmente, la planificación se realizaba a partir de imágenes planas, lo que incrementaba la dependencia de la experiencia individual del cirujano y el riesgo de complicaciones. En este contexto, surge la necesidad de incorporar herramientas que permitan anticipar la intervención y avanzar hacia una cirugía más precisa, segura y personalizada.

**Reto**

El reto consistía en transformar una cirugía altamente dependiente de la experiencia individual en un proceso más predecible, seguro y basado en evidencia. En la miocardiopatía hipertrófica obstructiva, unos pocos milímetros pueden marcar la diferencia entre el éxito y la complicación. Era necesario dotar al equipo quirúrgico de una herramienta que permitiera comprender con exactitud la anatomía específica de cada paciente antes de intervenir, reduciendo la incertidumbre y mejorando los resultados clínicos en procedimientos de alta complejidad.

**Acciones**

1. El desarrollo de esta innovación comienza en 2015, cuando el Hospital Universitario de Cruces, en colaboración con el Instituto de Investigación Sanitaria Biobizkaia, identifica una limitación compartida por distintas especialidades quirúrgicas: la dificultad de planificar intervenciones complejas basándose únicamente en imágenes bidimensionales. A partir de esa constatación se inician los primeros biomodelos experimentales, validando su utilidad en casos clínicos concretos.
2. En 2016 se decide integrar de forma estructurada la impresión 3D en la organización sanitaria. El proceso se incorpora al servicio de radiología, formando a diferentes radiólogos/as en segmentación avanzada de imagen para impresión 3D. Ese mismo año se realiza el primer caso de cardiología

con modelo 3D.

3. Con la adquisición de equipamiento específico en 2017 se consolida un laboratorio hospitalario “in-house”, impulsado conjuntamente por el hospital y Biobizkaia, que articula un flujo coordinado entre radiología, ingeniería biomédica y cirugía. Se establecen protocolos que abarcan desde la adquisición optimizada de imagen hasta la validación clínica previa a quirófano.

4. Entre 2017 y 2021 el modelo se adapta específicamente al tratamiento de la miocardiopatía hipertrófica obstructiva, desarrollando modelos cardíacos personalizados que permiten planificar con precisión la resección del músculo engrosado. Se introducen controles de calidad y medición de error para asegurar la fiabilidad en intervenciones de alta complejidad.

5. Desde 2022 la solución se integra progresivamente en la práctica asistencial, ampliando casos, estandarizando procedimientos y reforzando la trazabilidad del proceso.

6. En la actualidad, la unidad trabaja en su acreditación como fabricante hospitalario de producto sanitario a medida, con el objetivo de extender el servicio a toda la red de Osakidetza.

## Resultados obtenidos

- La integración de modelos 3D personalizados en el tratamiento de la miocardiopatía hipertrófica obstructiva ha generado resultados clínicos medibles y relevantes. El estudio comparativo realizado en el Hospital Universitario de Cruces demuestra que el uso de estos modelos reduce las complicaciones quirúrgicas del 40% al 11%, incrementa el éxito quirúrgico del 26% al 70,6% y elimina el gradiente obstructivo significativo en los pacientes intervenidos con apoyo 3D. En la serie analizada no se registraron defunciones en el grupo intervenido con modelo 3D.

- Desde su implantación se han realizado más de 80 casos cardíacos con modelos personalizados. El coste del biomodelo representa menos del 1% del coste total de la cirugía, con impacto indirecto asociado a la reducción de complicaciones y a una mayor previsibilidad en intervenciones de alta complejidad.

- El proyecto ha transformado la organización hospitalaria al consolidar un flujo estructurado entre radiología, ingeniería y cirugía, reduciendo la improvisación en quirófano y fortaleciendo la cultura de validación clínica basada en evidencia.

- En el ámbito científico y profesional, los resultados han sido publicados en revistas especializadas y presentados en foros internacionales como el Congreso de la American Association for Thoracic Surgery (AATS) en Los Ángeles y el Congreso SEC de la Salud Cardiovascular. En 2025 el Instituto de Investigación Sanitaria Biobizkaia reconoció la iniciativa como mejor proyecto de innovación.

- El modelo desarrollado es replicable y escalable, y ha servido de base para nuevas líneas de investigación y colaboración interhospitalaria. Su impacto trasciende el ámbito clínico, al demostrar que un sistema sanitario público puede liderar innovación tecnológica de alta complejidad con resultados medibles en salud. El proyecto ha posicionado a Biobizkaia y al Hospital Universitario de Cruces como referentes en fabricación 3D clínica integrada.

## CATEGORIZACIÓN DEL CASO

### Ámbitos de Innovación:

- Producto
- Producción de bienes y prestación de servicios
- Organización y personas

### Ámbitos de oportunidad:

- 1 - Transición sanitaria/salud
- 2 - Transformación tecnológica/digital
- 3 - Compromiso y transformación social

Roberto Voces (Jefe de Servicio de Cirugía Cardiovascular. Dirección General de Osakidetza)

"El modelo 3D es un punto de inflexión que roza la excelencia en el conocimiento, ejecución y docencia de la MHO, genera confianza en el paciente, seguridad en el cirujano e interés en el equipo. Cuando lo usas y descubres sus ventajas, no concibes esta cirugía sin él, eres modelodependiente".

Paciente

"Si te explican la cirugía la entiendes, si te lo dibujan lo ves, pero si te enseñan un modelo te lo puedes imaginar aunque da un poco de respeto ver y tocar una copia de tu propio corazón".

Innovation Index Score: ★★★★★☆

Alineamiento estratégico: ★★★★★★

Creatividad: ★★★★★★

Colaboración e hibridación: ★★★★★★

Sistematización: ★★★★★★

Eficacia en los resultados: ★★★★★★

Eficiencia en los resultados: ★★★★★★

Replicabilidad y transferibilidad: ★★☆☆★★

Impacto: ★★★★★★

Reconocimiento: ★★★★★★