

## Artículo especial

# Registro español de hemodinámica y cardiología intervencionista. XXXII informe oficial de la Asociación de Cardiología Intervencionista de la Sociedad Española de Cardiología (1990-2022)



Alfonso Jurado-Román<sup>a,\*</sup>, Xavier Freixa<sup>b</sup>, Belén Cid<sup>c,d</sup> e Ignacio Cruz-González<sup>d,e</sup>, en representación de la ACI-SEC<sup>◊</sup>

<sup>a</sup>Servicio de Cardiología, Hospital Universitario La Paz, Madrid, España

<sup>b</sup>Servicio de Cardiología, Hospital Clínic de Barcelona, IDIBAPS, Universitat de Barcelona, Barcelona, España

<sup>c</sup>Servicio de Cardiología, Hospital Clínico de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, A Coruña, España

<sup>d</sup>Centro de Investigación Biomédica en Red de Enfermedades Cardiovasculares (CIBERCV), España

<sup>e</sup>Servicio de Cardiología, Hospital Clínico Universitario de Salamanca, Salamanca, España

## Historia del artículo:

Recibido el 26 de junio de 2023

Aceptado el 26 de julio de 2023

On-line el 2 de agosto de 2023

## Palabras clave:

Registro de hemodinámica

TAVI

Angioplastia primaria

Cardiología intervencionista

## RESUMEN

**Introducción y objetivos:** Se presenta el informe de actividad del año 2022 de la Asociación de Cardiología Intervencionista de la Sociedad Española de Cardiología (ACI-SEC).

**Métodos:** Se invitó a todos los laboratorios de hemodinámica a participar en el registro. La recogida de datos se realizó a través de un cuestionario telemático. Una empresa externa realizó el análisis de datos, revisados por la junta directiva de la ACI-SEC.

**Resultados:** Participaron 111 centros. El número de estudios diagnósticos aumentó un 4,8% con respecto a 2021, y el número de intervenciones coronarias percutáneas (ICP) se mantuvo estable. Las ICP sobre tronco coronario izquierdo aumentaron un 22%. El abordaje radial sigue siendo preferencial para las ICP (94,9%) y se observa un incremento de uso del balón farmacoactivo. El uso de técnicas de imagen intracoronaria se ha incrementado y se utilizan en el 14,7% de las ICP. También aumenta el uso de guía de presión (el 6,3% con respecto a 2021) y técnicas de modificación de placa. Sigue creciendo la ICP primaria, el tratamiento más frecuente (97%) en el infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST. La mayoría de los procedimientos no coronarios mantienen su tendencia creciente; destacan los implantes percutáneos de válvula aórtica, el cierre de orejuela, la técnica borde-a-borde mitral/tricuspidea, la denervación renal y el tratamiento de la enfermedad de la arteria pulmonar.

**Conclusiones:** El Registro español de hemodinámica y cardiología intervencionista de 2022 demuestra un incremento en la complejidad de la enfermedad coronaria y un crecimiento notable de los procedimientos en cardiopatía estructural valvular y no valvular.

© 2023 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

## Spanish cardiac catheterization and coronary intervention registry. 32nd official report of the Interventional Cardiology Association of the Spanish Society of Cardiology (1990-2022)

## ABSTRACT

## Keywords:

Interventional cardiology registry

TAVI

Primary percutaneous coronary intervention

Interventional cardiology

**Introduction and objectives:** This article presents the annual activity report of the Interventional Cardiology Association of the Spanish Society of Cardiology (ACI-SEC) for the year 2022.

**Methods:** All Spanish centers with catheterization laboratories were invited to participate. Data were collected online and were analyzed by an external company in collaboration with the members of the board of the ACI-SEC.

**Results:** A total of 111 centers participated. The number of diagnostic studies increased by 4.8% compared with 2021, while that of percutaneous coronary interventions (PCI) remained stable. PCIs on the left main coronary artery increased by 22%. The radial approach continued to be preferred for PCI (94.9%). There was an upsurge in the use of drug-eluting balloons, as well as in intracoronary imaging techniques, which were used in 14.7% of PCIs. The use of pressure wires also increased (6.3% vs 2021) as did plaque modification techniques. Primary PCI continued to grow and was the most frequent treatment (97%) in ST-segment elevation myocardial infarction. Most noncoronary procedures

\* Autor para correspondencia:

Correo electrónico: alfonsojuradoroman@gmail.com (A. Jurado-Román).

XX @AjuradoRoman @freixa\_xavier @belcid7 @icruzgonzalez @shci\_sec

◊ La relación de colaboradores se recoge en el anexo 1.

maintained their upward trend, particularly percutaneous aortic valve implantation, atrial appendage closure, mitral/tricuspid edge-to-edge therapy, renal denervation, and percutaneous treatment of pulmonary arterial disease.

**Conclusions:** The Spanish cardiac catheterization and coronary intervention registry for 2022 reveals a rise in the complexity of coronary disease, along with a notable growth in procedures for valvular and nonvalvular structural heart disease.

© 2023 Sociedad Española de Cardiología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Abreviaturas

- ACI-SEC: Asociación de Cardiología Intervencionista de la Sociedad Española de Cardiología
- ICP: intervención coronaria percutánea
- IVUS: ecografía intravascular
- TAVI: implante percutáneo de válvula aórtica

## INTRODUCCIÓN

Desde hace más de 3 décadas, una de las tareas más importantes de la junta directiva de la Asociación de Cardiología Intervencionista de la Sociedad Española de Cardiología (ACI-SEC) es documentar y comunicar la actividad registrada en las diferentes salas de cardiología intervencionista de España<sup>1–32</sup>. Estos datos permiten evaluar la situación actual de la cardiología intervencionista en nuestro país, la evolución de cada una de las técnicas realizadas y la incorporación de nuevas. Además, permiten detectar diferencias entre distintos territorios e incluso compararnos con los países de nuestro entorno. La inclusión de datos es voluntaria; sin embargo, debido a la gran repercusión de este registro nacional de actividad, la colaboración de los diferentes centros tanto públicos como privados es mayoritaria y se ha convertido en una tradición anual en la que todos los hospitales quieren participar. Al ser un registro no auditado, presenta diversas limitaciones, aunque representa una información de vital importancia. Cada año, se actualizan y optimizan las variables solicitadas en función de la llegada de nuevas técnicas o dispositivos. La base de datos está gestionada por una empresa externa independiente que facilita los datos a la junta directiva de la ACI-SEC, que a su vez se encarga de depurarlos. Este registro nacional de actividad se presentó el 9 de junio de 2022 en el congreso de la ACI-SEC celebrado en Santander.

En definitiva, el Registro español de hemodinámica y cardiología intervencionista es una de las iniciativas más importantes de la ACI-SEC cada año. Representa un ejercicio de colaboración y transparencia y permite describir las tendencias en cardiología intervencionista y comparar la actividad entre distintos territorios. Este registro puede tener un papel importante en políticas de inversión al justificar la necesidad de crecimiento de alguna determinada técnica en un territorio concreto.

Este artículo presenta el XXXII informe de actividad intervencionista en España y recoge la actividad correspondiente a 2022.

## MÉTODOS

El registro de actividad de la ACI-SEC describe la actividad realizada en la mayoría de los centros españoles (públicos y privados) durante el año 2022. Engloba los procedimientos diagnósticos y terapéuticos realizados en las salas de cardiología intervencionista, tanto en patología coronaria como no coronaria. Se trata de un registro voluntario no auditado y, por lo tanto, sujeto a un margen de error implícito. En relación con datos discordantes, se ha contactado

con los centros responsables para optimizar la recogida de datos. Esta se realiza mediante un formulario electrónico que los miembros de la junta directiva de la ACI-SEC modifican cada año para adaptar las variables a nuevas técnicas o dispositivos. Este año, por primera vez, se ha coordinado la actualización de estas variables con el responsable del registro de actividad de cardiopatías congénitas para aportar una visión más global sobre estas enfermedades. Una empresa externa llevó a cabo el análisis de datos con la ayuda de uno de los miembros de la junta que después se encarga de comunicar los datos de la actividad 2022 y compararlos con los de años anteriores. De la misma manera que en años previos, los cálculos realizados sobre las poblaciones estatal y por comunidades autónomas se han basado en los proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística en su página web<sup>33</sup>. Se consideró que la población estatal ascendía a 47.615.034 habitantes, de tal manera que los cálculos por millón de habitantes se han considerado calculando la población total. Se describen los datos absolutos (n) y relativos (%).

## RESULTADOS

### Infraestructura y recursos

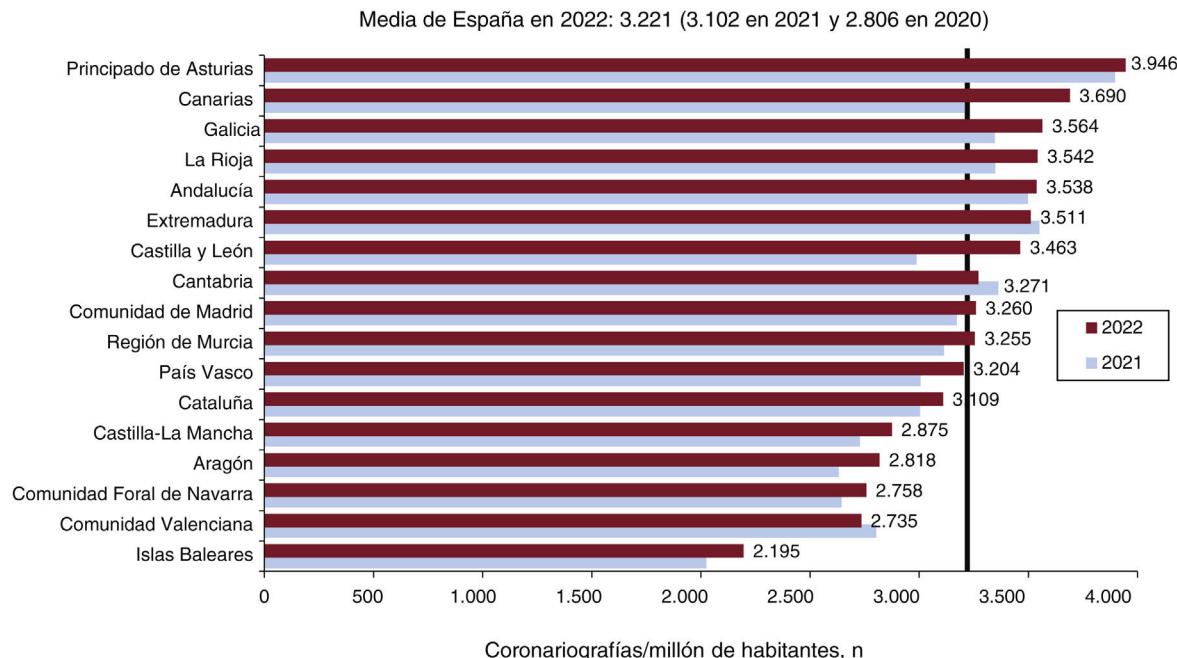
En 2022 participaron 111 hospitales de un total de 122 invitados (91%). Facilitaron sus datos el 96,4% de los centros públicos invitados (80 de 83) y el 79,5% de los centros privados (31 de 39). Esto supone una reducción de la participación de 3 centros públicos y 7 privados con respecto a 2021 que ha de tenerse en cuenta al comparar los datos con el año previo. En cuanto al número de salas, se registraron un total de 263: 153 con dedicación exclusiva, 60 compartidas, 33 híbridas y 17 tuteladas.

De los 111 hospitales que aportaron sus datos, 97 tenían equipo de guardia de código infarto 24/7, mientras que en 14 solo se realizan intervenciones coronarias percutáneas (ICP) primarias durante el horario laboral. En cuanto al personal dedicado, teniendo en cuenta la reducción de centros que aportaron sus datos, se registraron menos cardiólogos intervencionistas (459 en 2022 frente a 494 en 2021), de los que 437 (95,2%) estaban acreditados por la ACI-SEC. Esto contrasta con el incremento de cardiólogos en plantilla en estos centros (1.841 comunicados en 2021 y 2.137 en 2022) y el número de becarios (66 comunicados en 2021 y 94 en 2022). El porcentaje de mujeres cardiólogas intervencionistas es similar al del año previo (24,4%). Además, el número de diplomados en enfermería asciende ligeramente respecto a 2021 (735 frente a 722) y se reduce discretamente el número de técnicos en radiodiagnóstico (94 frente a 106).

### Actividad diagnóstica e intervencionismo coronario

#### Actividad diagnóstica

El registro de nacional de 2022 confirma la recuperación de actividad tras la pandemia de la COVID-19 que ya apuntaba la de 2021<sup>29–31</sup>. En 2022 la actividad diagnóstica intervencionista en España se incrementó un 4,8% con respecto al año previo (165.235 procedimientos), superando por fin los realizados en



**Figura 1.** Número de coronariografías diagnósticas por millón de habitantes; media española y total por comunidades autónomas en 2021 y 2022.

2019 (165.124). De estos procedimientos, la gran mayoría fueron coronariografías (92,8%), seguidas de cateterismos derechos (5%) y biopsias endomiocárdicas (1,1%).

La vía de acceso predominante para los procedimientos coronarios continúa siendo la radial, tanto en los diagnósticos (94,9%) como en las ICP (92,8%). La media nacional de coronariografías se mantiene similar al año previo, con 3.221/millón de habitantes; los mayores incrementos respecto a 2021 se produjeron en Canarias y Castilla y León (figura 1). Durante 2022, se ha observado un crecimiento notable en el número de estudios de tomografía computarizada cardiaca, 19.657 frente a los 14.568 de 2021. Cardiología participa en la realización de estos estudios en 37 de los 101 centros que los realizan (36,6%).

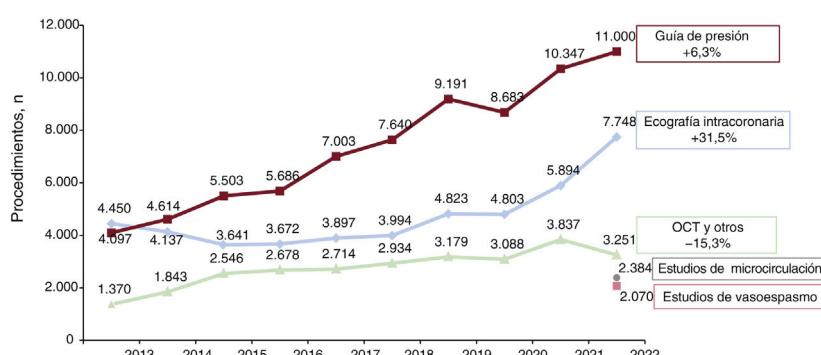
#### Técnicas de diagnóstico intracoronario

El uso de técnicas de diagnóstico intracoronario ha experimentado un incremento progresivo en la última década (figura 2). En cuanto a los estudios funcionales con guía de presión, se ha comunicado un incremento del 6,3% con respecto a 2021. Además, por primera vez se aportan los datos de estudios de microcirculación y vasoespasmo. En cuanto a las técnicas de imagen intracoronaria, el uso de ecografía intravascular (IVUS) aumentó un 31,5%, explicado solo en parte por la reducción del 15,3% en le-

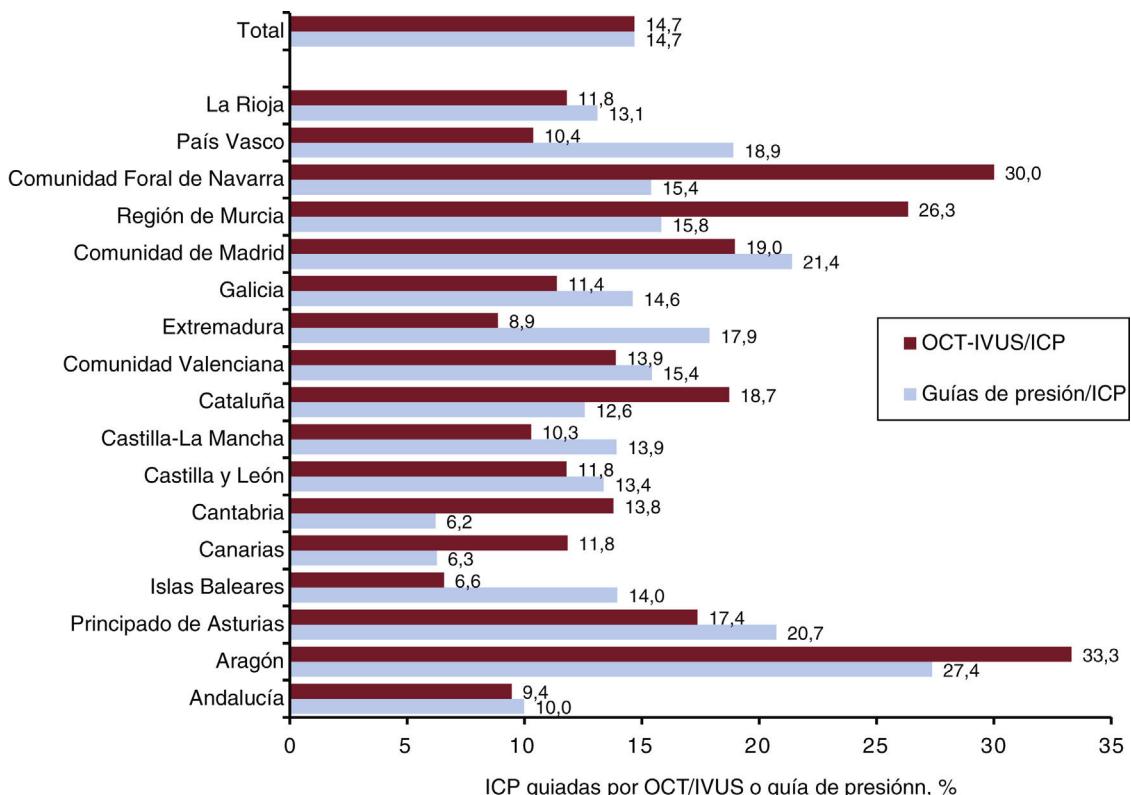
uso de tomografía de coherencia óptica motivado por la interrupción del suministro de catéteres desde abril del 2022. Con todo, se incrementó el uso de imagen intracoronaria (IVUS/tomografía de coherencia óptica) por ICP en relación con el año anterior (el 14,7% en 2022 frente al 11,6% en 2021). La distribución por comunidades autónomas fue asimétrica y se registró un máximo de utilización de estas técnicas en Aragón (figura 3).

#### Intervención coronaria percutánea

El número de ICP se mantiene estable en 2022 (74.894) con respecto al año previo (75.167), con lo cual se consolida la recuperación tras la pandemia de la COVID-19. La media de ICP por millón de habitantes en España se situó en 1.573 durante 2022 (1.586 en 2021); Castilla y León, el País Vasco y Extremadura son las comunidades con mayor número de procedimientos por millón de habitantes (figura 4). De los centros que participaron en el registro, 23 (20,9%) realizaron más de 1.000 ICP en 2022, mientras que 53 centros (48,2%) realizaron entre 500 y 1.000. El resto de centros (30,9%) realizaron menos de 500 ICP. Con respecto a los escenarios anatómicos específicos, se observó un incremento en el ICP del tronco coronario izquierdo no protegido del 22% con respecto al año previo y un incremento del 7,2% en las ICP de oclusiones crónicas totales.



**Figura 2.** Evolución temporal de las diferentes técnicas de diagnóstico intracoronario. OCT: tomografía de coherencia óptica.



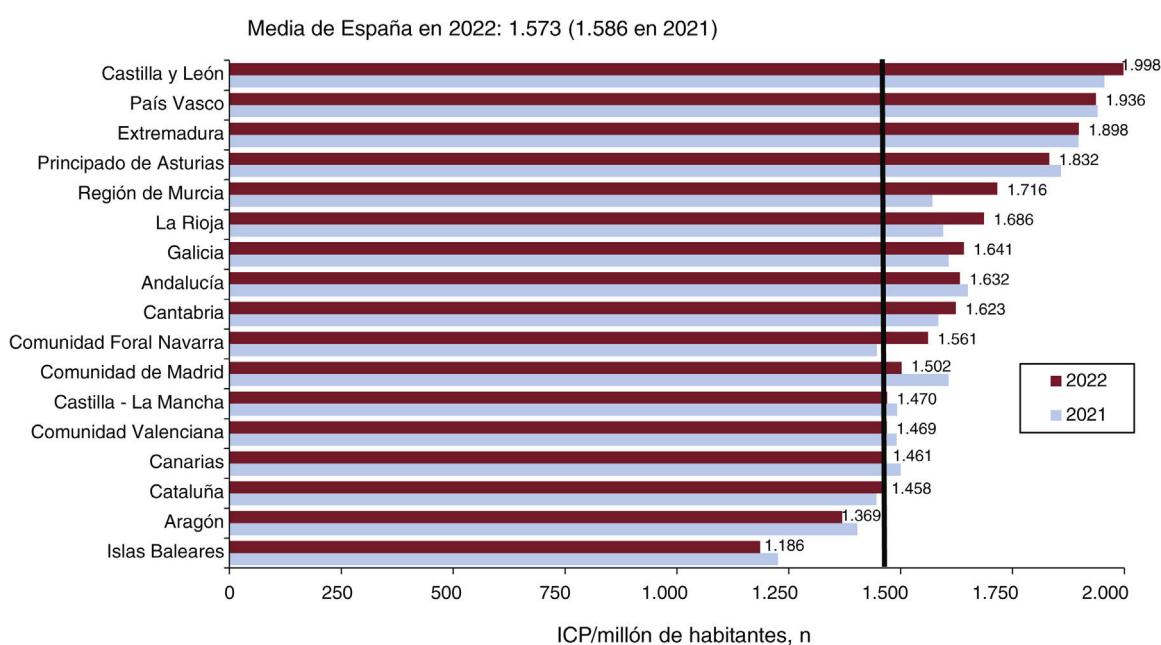
**Figura 3.** Técnicas de diagnóstico intracoronario por ICP en cada comunidad autónoma. ICP: intervención coronaria percutánea; IVUS: ecografía intravascular; OCT: tomografía de coherencia óptica.

En los últimos años se ha estabilizado el porcentaje de uso de stents farmacoactivos (respecto al total de stents), el 97,3% en 2022. También es notable la tendencia a un mayor uso de balones farmacoactivos, pues en 2022 se realizaron 2.891 procedimientos exclusivamente con estos dispositivos (frente a los 2.006 del año previo).

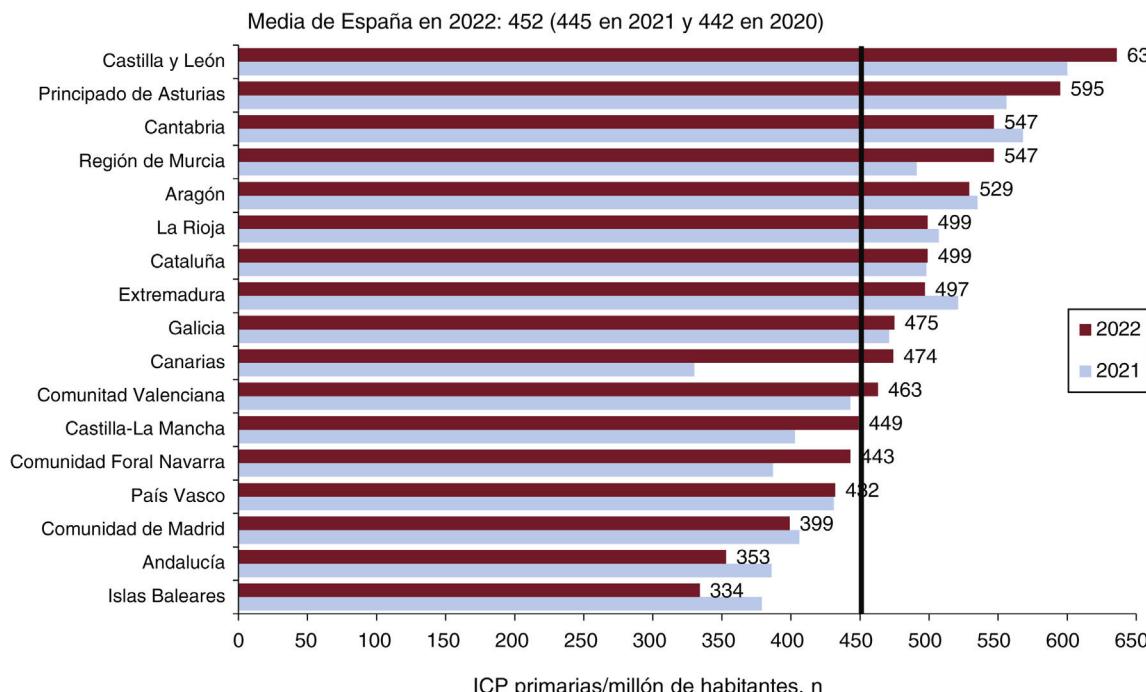
Las técnicas de modificación de placa siguen creciendo de manera notable un año más. El uso de balones de litotricia aumentó

un 48,7% respecto 2021; el láser coronario, un 48,9% y, por primer año, contamos con el número de procedimientos realizados con aterectomía orbitacional (158). A pesar del crecimiento de estas técnicas, la aterectomía rotacional mantiene un crecimiento del 6,5% respecto al año previo.

Otro de los aspectos destacables es el incremento general de los dispositivos para asistencia a la ICP, ya descrito el año previo, que



**Figura 4.** Número de intervenciones coronarias percutáneas (ICP) por millón de habitantes; media española y total por comunidades autónomas en 2021 y 2022.



**Figura 5.** Número de intervenciones coronarias percutáneas (ICP) primarias por millón de habitantes; media española y total por comunidades autónomas en 2021 y 2022.

suponen un 2,1% del total de ICP. Durante 2022, el incremento de uso de Impella (Abiomed, Estados Unidos) fue discreto (325 dispositivos en 2021 y 327 en 2022), con un incremento más marcado del oxigenador extracorpóreo de membrana (168 dispositivos en 2021 y 181 dispositivos en 2022) y el balón de contrapulsación, que revierte la tendencia a la baja del año previo (1.020 en 2020, 924 en 2021 y 1.032 en 2022) y vuelve a ser un año más el dispositivo más utilizado en este contexto.

#### Intervención coronaria percutánea en el infarto agudo de miocardio

La ICP en el contexto del infarto agudo de miocardio volvió a aumentar discretamente en 2022 (un 0,8% más que en 2021) y alcanza cifras similares a las de años previos a la pandemia de la COVID-19 (22.163 en 2022 y 22.529 en 2019)<sup>29–31</sup>. La ICP primaria supone el 97% de las ICP realizadas en este contexto y experimentó un crecimiento del 2,1%. Por el contrario, se reduce el número de ICP de rescate (un 15,8%) y facilitada (un 40,3%) con respecto a 2021. La media de ICP primaria por millón de habitantes se incrementa discretamente (452 en 2022 frente a 445 en 2021) (figura 5). La mayoría de las comunidades autónomas comunicaron un incremento en la tasa de ICP primarias respecto 2021. El número de ICP primarias por centro mantiene una distribución bastante simétrica y similar al año previo: un 24,8% comunicó 300 o más ICP primarias, un 22,9% realizó entre 200–299, un 19,3% entre 100–199 y un 33%, menos de 100.

Un 92,4% de las ICP primarias se realizaron por vía radial. Se utilizó extractor de trombos en el 33,7%, inhibidores de la glucoproteína IIb-IIIa en el 17,8% y cangrelor en el 3%. Un 7,2% desarrolló shock cardiogénico en las primeras 24 h y un 3,6% precisó soporte hemodinámico.

#### Intervencionismo estructural

##### Intervenciones sobre la válvula aórtica

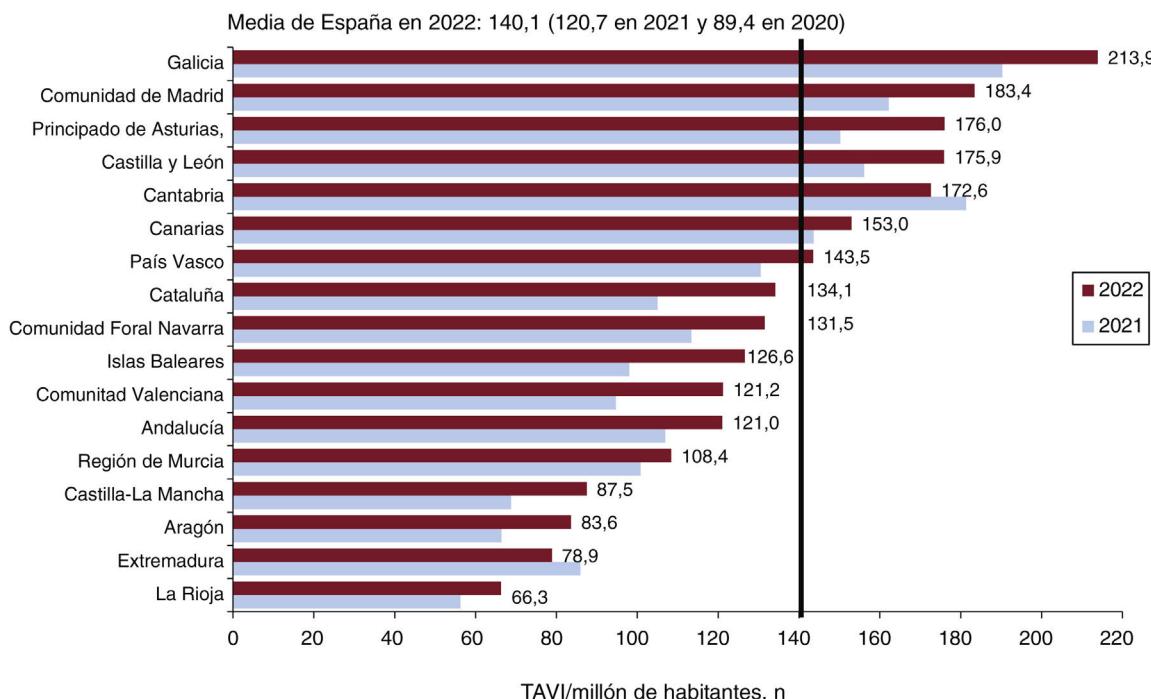
En 2022 continúa el incremento en el número de implantes percutáneos de válvula aórtica (TAVI), que se situó en 6.672 (5.720

en 2021), un 16,6% más que en 2021. El número de implantes por millón de habitantes también se incrementó hasta los 140,1 (120,7 en 2021) (figura 6). Este incremento concuerda en prácticamente todas las comunidades autónomas; Galicia y Madrid lideran con 213,9 y 181,9 implantes/millón de habitantes respectivamente, mientras que las cifras más bajas se comunicaron en Extremadura y La Rioja. El 27,8% de los centros realizó al menos 100 TAVI en 2022, el 20,4% realizó 50–99 y el 51,8%, menos de 50. El 85,2% se realizó en pacientes de edad ≥ 75 años. En cuanto al perfil de riesgo de los pacientes, el 12,9% estaban en bajo riesgo; el 30%, en riesgo intermedio; el 35,8%, en riesgo alto y el 21,3% en pacientes que tenían contraindicada la cirugía. Se comunicaron un total de 272 procedimientos valve-in-valve (197 en 2021). El acceso transfemoral percutáneo se usó en el 94,6%, seguido del transfemoral quirúrgico en el 2,3%, el transaxilar quirúrgico en el 1,8%, el transapical en el 0,6%, el transaxilar percutáneo en el 0,5% y el transcava en el 0,1% de los procedimientos. Los tipos de válvula implantada comunicados por los centros son: a) Edwards (Edwards Lifesciences, Estados Unidos) en el 36,4%; b) Evolut (Medtronic, Estados Unidos) en el 33,6%; c) Acurate Neo (Boston Scientific, Estados Unidos) en el 13%; d) Navivor (Abbott Medical, Estados Unidos) en el 10,2%; e) Allegra (Biosensors, Singapur) en el 3,5%; y f) MyVal (Meril, India) 3,3%.

##### Intervención en las válvulas mitral y tricúspide

La valvuloplastia mitral mantiene su tendencia descendente de la última década, y en 2022 se han realizado 143 procedimientos (187 en 2021).

La técnica de reparación mitral borde-a-borde experimentó un incremento del 22,3% (782 en 2022 frente a 612 en 2021). El 89,1% de las intervenciones se realizaron con Mitraclip (Abbott Medical, Estados Unidos) y el 10,9% con Pascal (Edwards Lifesciences, Estados Unidos). La mayoría de los centros (46%) realizaron menos de 10 intervenciones; el 30% realizó 10–19; el 12%, 20–29 y el 12%, 30 o más intervenciones. Las comunidades con un mayor número de procedimientos fueron Cataluña, Andalucía y



**Figura 6.** Implantes percutáneos de válvula aórtica (TAVI) por millón de habitantes; media española y total por comunidades autónomas en 2020 y 2021.

Madrid. El 24,3% se realizó en insuficiencia mitral funcional, el 48,9% en orgánica y el 26,8% en mixta.

La ICP sobre la válvula tricúspide también ha sufrido un incremento significativo (213 intervenciones); las más frecuentes son la técnica borde-a-borde (el 51% de las intervenciones), la prótesis bicava (29%) y la anuloplastia con Cardioband (Edwards Lifesciences, Estados Unidos) (11%). En comparación con el año previo, se comunicaron 109 borde-a-borde (98 en 2021), 62 prótesis bicava (38 en 2021), 24 anuloplastias con Cardioband (18 en 2021) y 14 procedimientos *valve-in-valve* en posición tricuspídea (15 en 2021).

#### Cierre de fugas paravalvulares

Se llevaron a cabo 180 procedimientos de cierre percutáneo de fugas paravalvulares (195 en 2021). Se observó un incremento de intervenciones sobre las fugas paravalvulares aórticas (70 en 2022 frente a 56 en 2021) y un descenso en las intervenciones sobre las fugas paravalvulares mitrales (110 en 2022 frente a 139 en 2021).

#### Intervención estructural no valvular

Uno de los procedimientos con mayor crecimiento en 2022 vuelve a ser el cierre de la orejuela (**figura 7**), que pasa de 1.207 a 1.544 procedimientos comunicados por los centros participantes (crecimiento del 28,7%). La distribución entre dispositivos comunicada por los centros fue la siguiente: en 726 pacientes se utilizó el dispositivo Amulet (Abbott Vascular, Estados Unidos); en 583, el Watchman FLX (Boston Scientific, Estados Unidos); en 203, el Lambre (Lifetech Scientific, Estados Unidos) y en 32, el Omega (Vascular Innovations, Tailandia).

En cuanto a otros procedimientos, destaca un incremento notable de la denervación renal (72 en 2022 frente a 25 en 2021). Se comunicaron 124 procedimientos percutáneos para el tratamiento de la tromboembolia pulmonar aguda, 44 de ellos con dispositivos específicos, y 136 intervenciones para el tratamiento de la enfermedad tromboembólica crónica (91 en 2021).

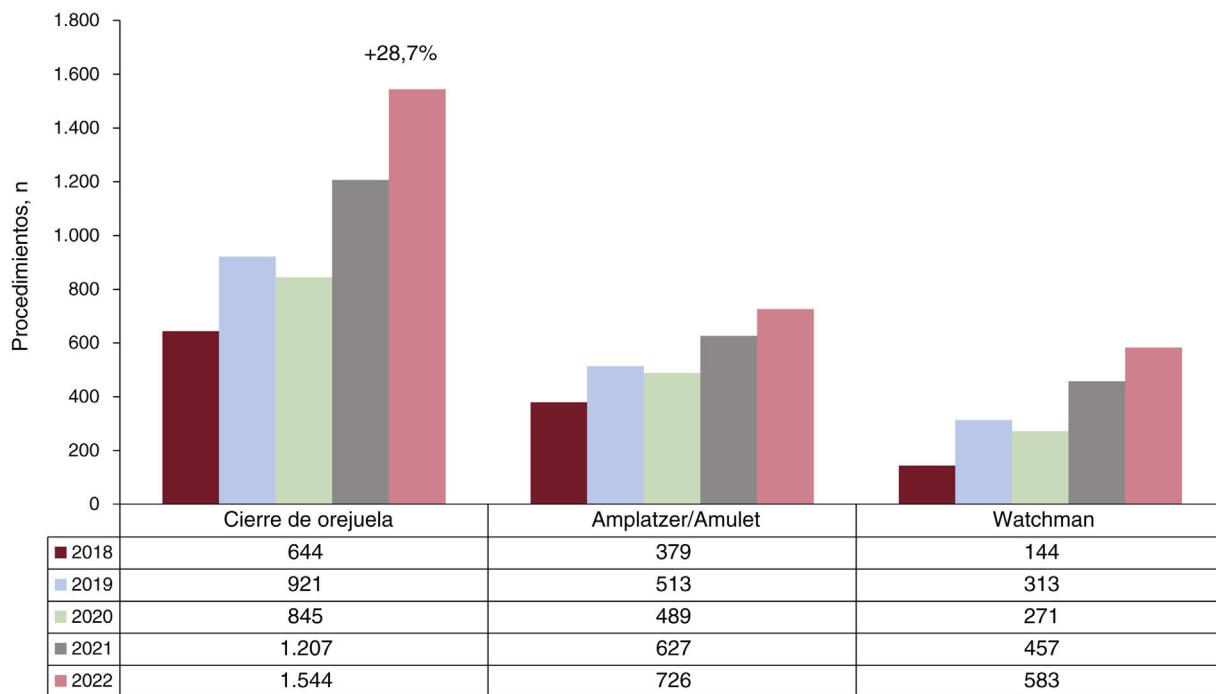
#### Intervención en las cardiopatías congénitas del adulto

Como se ha mencionado, este año se ha intentado optimizar la recogida de datos en relación con las intervenciones en cardiopatías congénitas. Aunque se presentarán de forma más detallada en el registro específico de este campo, en 2022 se ha comunicado un incremento en los procedimientos más frecuentes en adultos: foramen oval permeable (952 procedimientos en 2022 frente a 924 en 2021), coartación de aorta (73 procedimientos en 2022 frente a 58 en 2021) y comunicación interauricular (351 procedimientos en 2022 frente a 331 en 2021).

#### DISCUSIÓN

Los principales hallazgos del Registro español de hemodinámica y cardiología intervencionista de la ACI-SEC en 2022 fueron los siguientes: *a*) se confirma la recuperación de la actividad general tras la pandemia de la COVID-19, que supera incluso las cifras de procedimientos realizados en 2019; *b*) los procedimientos diagnósticos coronarios aumentan en 2022 con un incremento en el uso de guía de presión, y se comunican por primera vez los estudios de microcirculación y vasoespasmo; *c*) se comunica un incremento general del uso de la imagen intracoronaria, especialmente IVUS; *d*) también se comunica un incremento de uso de sistemas de asistencia a la ICP, especialmente a costa del balón de contrapulsación, con menor crecimiento de Impella y el oxigenador extracorpóreo de membrana; *e*) la actividad en cardiopatía estructural mantiene una fuerte tendencia al alza con aumentos muy marcados en TAVI, procedimientos mitrales y cierre de orejuela; *f*) se observa un renacimiento de los procedimientos de denervación renal, así como un incremento notable en los procedimientos para el tratamiento percutáneo de la hipertensión pulmonar tromboembólica crónica; y *g*) se continúa observando una marcada heterogeneidad entre comunidades en la penetración de tratamientos con demostrado impacto pronóstico, como la ICP primaria o el TAVI.

Los datos de actividad publicados en 2021<sup>31</sup> ya mostraron una recuperación de la actividad tras la caída experimentada durante la



**Figura 7.** Evolución del cierre percutáneo de la orejuela izquierda en los últimos años.

pandemia. En 2022 podemos confirmar dicha recuperación, pues se han igualado o incluso superado las cifras comunicadas en 2019 en la mayoría de los procedimientos<sup>31</sup>.

Para interpretar los datos comparativos de actividad de este registro con respecto al previo, hay que tener en cuenta la reducción del número de centros participantes. En cualquier caso, se obtuvo la colaboración de la mayoría de los centros invitados y creemos que los datos del registro representan la realidad de la cardiología intervencionista del país. A la vista del incremento general de la actividad, llama la atención la tendencia decreciente del número de cardiólogos intervencionistas en relación inversa al incremento comunicado de cardiólogos en plantilla de los centros participantes.

En cuanto a la enfermedad coronaria, merece la pena recalcar varios detalles. Se mantiene un alto porcentaje de acceso radial, cercano al 95% tanto en los procedimientos diagnósticos como en ICP. Además, se ha comunicado nuevamente un incremento en el uso de estudios funcionales invasivos (se documentan por primera vez los estudios de microcirculación y vasoespasmo) y de imagen intracoronaria por ICP. Este aumento probablemente responde no solo a la evidencia creciente al respecto, sino también a una mayor sensibilización de los cardiólogos intervencionistas sobre su utilidad<sup>34</sup> y la probable mayor complejidad de la enfermedad coronaria tratada. Esto también puede explicar el claro incremento de las técnicas de modificación de placa, sobre las que cada vez tenemos más información<sup>35</sup>. En relación con lo anterior, también se ha observado un incremento notable de la ICP sobre el tronco coronario izquierdo y más discreto sobre las occlusiones crónicas totales con respecto a 2021. También es de destacar el incremento en el uso de los balones farmacoactivos.

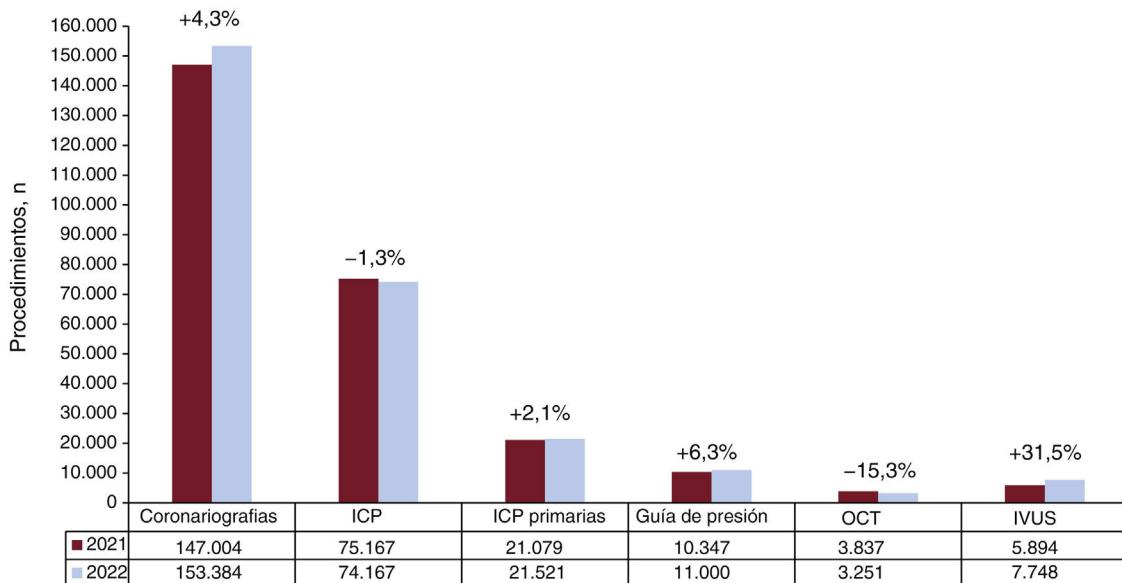
Con respecto a la ICP en el contexto del infarto agudo de miocardio, se mantiene la reducción de la ICP de rescate o facilitada que cobraron importancia en algunas fases de la pandemia<sup>30</sup> y una recuperación de los niveles de ICP primaria similares al periodo previo a la pandemia<sup>29</sup>. A pesar de que la mayoría de comunidades autónomas comunicaron un incremento en el número de ICP primarias, destaca que, pese a la evidencia incuestionable de que la ICP primaria se asocia a mejora en el pronóstico de los pacientes<sup>36</sup>,

persisten diferencias significativas entre comunidades ([figura 5](#)). Por ello, podría ser recomendable la implementación de medidas específicas en las comunidades con una menor tasa de ICP primaria.

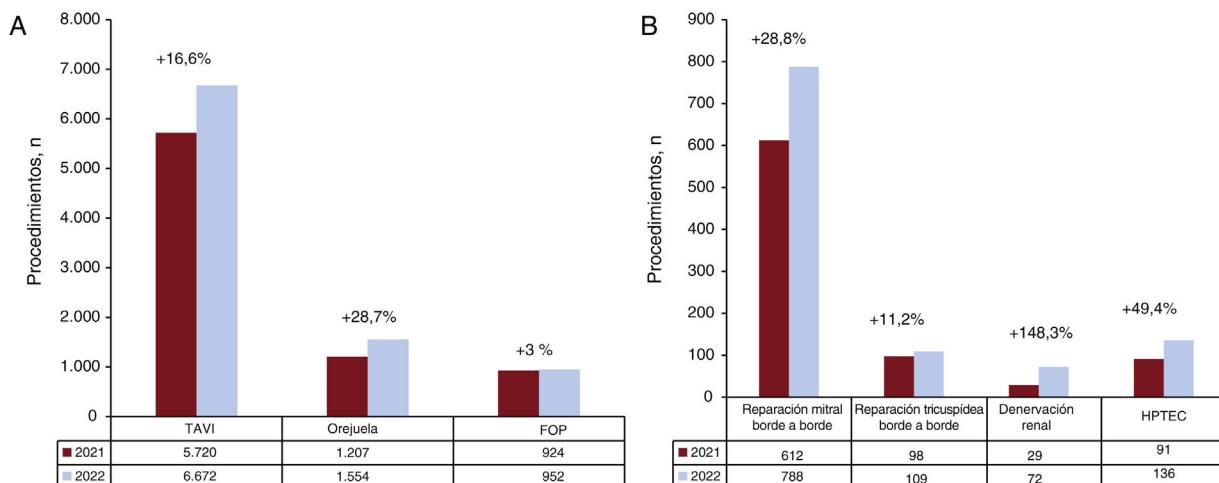
El tratamiento percutáneo de la cardiopatía estructural mantiene un crecimiento muy notable respecto a 2021, y vuelve a superar todos los récords históricos en cada patología<sup>1-31</sup>. El crecimiento de los procedimientos de TAVI es imparable, y se ha realizado un 16,6% más de procedimientos que en 2021. También se ha incrementado de forma significativa el número de implantes por millón de habitantes, 140,1 (120,7 en 2021) ([figura 6](#)), que se acerca a la media europea<sup>37</sup>. Aunque prácticamente todas las comunidades autónomas aumentaron sus cifras, siguen existiendo diferencias muy acusadas entre distintos territorios.

El tratamiento percutáneo de la insuficiencia mitral ha experimentado uno de los mayores crecimientos con respecto al año anterior. Este registro refrenda la recuperación pospandémica ya descrita en 2021<sup>31</sup>. Esta recuperación, junto con la mayor evidencia de los beneficios de esta técnica<sup>38</sup>, ha consolidado el tratamiento de reparación mitral borde-a-borde en nuestro país. Nuevamente, existen grandes diferencias entre territorios y entre centros en la penetración de esta técnica. Por otro lado, el tratamiento de la insuficiencia tricuspídea también se ha incrementado. La reparación borde-a-borde sigue siendo la más utilizada<sup>39</sup>, aunque también se observa un crecimiento de las prótesis bicuspidas y la anuloplastia percutánea.

Finalmente, hay que destacar algunos de los procedimientos con mayor crecimiento respecto a años previos, como son el cierre percutáneo de la orejuela izquierda, la denervación renal o el tratamiento percutáneo de la hipertensión pulmonar tromboembólica crónica ([figura 8](#) y [figura 9](#)). En cuanto al cierre de la orejuela, estos datos confirman la madurez de esta técnica y la penetración en nuestro territorio, probablemente influida tanto por la evidencia creciente al respecto<sup>40-42</sup> como por la experiencia de los operadores. La denervación renal muestra un «renacimiento», sin duda motivado por las publicaciones más recientes que avalan su uso<sup>43</sup>. Por último, merece mención aparte el tratamiento percutáneo de la enfermedad de la arteria pulmonar. Si bien se



**Figura 8.** Visión general de los procedimientos coronarios en 2022 frente a 2021. ICP: intervención coronaria percutánea; IVUS: ecografía intravascular; OCT: tomografía de coherencia óptica.



**Figura 9.** Visión general de los procedimientos no coronarios en 2022 frente a 2021. A: TAVI (implante percutáneo de válvula aórtica) y cierre de orejuela y foramen oval permeable (FOP). B: reparación borde-a-borde mitral y tricuspidea, denervación renal e hipertensión pulmonar tromboembólica crónica (HPTEC).

comunica un número similar de procedimientos en la tromboembolia pulmonar aguda, se describe un uso notable de dispositivos específicos para esta afección, que probablemente aumente en próximos años<sup>44,45</sup>. Además, el registro muestra un incremento significativo del tratamiento percutáneo de la hipertensión pulmonar tromboembólica crónica. A falta de estudios aleatorizados con la potencia adecuada, la experiencia en esta técnica se ha ido acumulando a lo largo de los últimos años<sup>46</sup> y, junto con la inclusión de más centros que realizan estos procedimientos, puede haber influido en este crecimiento.

## CONCLUSIONES

El Registro español de hemodinámica y cardiología intervencionista muestra una clara consolidación en la actividad en general tras la pandemia de la COVID-19, ya descrita el año previo. Muestra un incremento en la complejidad de la enfermedad coronaria y una tendencia creciente de las intervenciones en

cardiopatía estructural, que marca un nuevo récord histórico en cada una de las técnicas más importantes.

## FINANCIACIÓN

Este artículo no ha recibido financiación.

## CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Todos los autores han contribuido a la redacción y revisión crítica del artículo.

## CONFLICTO DE INTERESES

X. Freixa es proctor de Abbott Medical y Lifetech Science; A. Jurado-Román es proctor de Boston Scientific, World Medica, Philips-Biomenco y Medtronic; I. Cruz-González es proctor de Abbott Medical, Lifetech Science y Boston Scientific.

**ANEXO 1. COLABORADORES DEL REGISTRO**

Colaborador	Centro
Fernando Sarnago Cebada	Hospital 12 de Octubre
José Antonio Baz	Hospital Álvaro Cunqueiro
Íñigo Lozano	Hospital de Cabueñas
Manel Sabaté	Hospital Clínic de Barcelona
Jesús Jiménez	Complejo Hospitalario Universitario de Albacete
Luis Antonio Íñigo García	Hospital Costa del Sol
Asier Subinas Elorriaga	Hospital Galdakao-Usansolo
Alberto Berenguer Jofresa	Hospital General de Valencia
Enrique Novo García	Hospital General Universitario de Guadalajara
Maria José Pérez Vizcayno	Hospital Universitario Clínico San Carlos
Xavier Carrillo Suárez	Hospital Germans Trias i Pujol
Eduardo Pinar Bermúdez	Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca
Ramón Calviño Santos	Hospital HLA La Vega
Salvador Álvarez Antón	Complejo Hospitalario Universitario A Coruña
Ramiro Trillo Nouche	Hospital Central de la Defensa Gómez Ulla
José Ramón Ruíz Arroyo	Complejo Hospitalario Universitario de Santiago
Agustín Fernández Cisnal	Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa
Ignacio J. Amat-Santos	Hospital Clínico Universitario de Valencia
Miguel Jerez Valero	Hospital Clínico Universitario de Valladolid
Juan Carlos Rama Merchán	Hospital Recoletas Campogrande
Beatriz Vaquerizo	Hospital de Manises
David Tejada Ponce	Hospital de Mérida
Juan Miguel Ruiz Nodar	Hospital del Mar
Ignacio Sánchez Pérez	Hospital General de Castellón
Paula Tejedor	Hospital General Universitario de Alicante
Jaime Elizaga	Hospital General Universitario de Ciudad Real
Francisco Manuel Jiménez Cabrera	Hospital General Universitario de Elche
Juan Antonio Bullones Ramírez	Hospital General Universitario Gregorio Marañón
Rosa Sánchez Aquino	Hospital Insular de Gran Canaria
María Pilar Portero Pérez	Hospital Rey Juan Carlos
Gerard Roura	Hospital Universitario Regional de Málaga
Mohsen Mohandes	Hospital San Pedro de Logroño
Roberto Sáez Moreno	Hospital Universitari Bellvitge
Pablo Avanzas	Hospital Universitari Joan XXIII de Tarragona
Juan Caballero	Hospital Universitario de Basurto
Alfonso Miguel Torres Bosco	Hospital Universitario Central de Asturias
Antonio Merchán Herrera	Hospital Universitario Clínico San Cecilio
Javier Robles Alonso	Hospital Universitario de Álava
Francisco Bosa Ojeda	Hospital Universitario de Badajoz
Koldobika García San Román	Hospital Universitario de Burgos
Victor Hugo Agudelo	Hospital Universitario de Canarias
Pedro Martín Lorenzo	Hospital Universitario de Cruces
Juan Carlos Fernández	Hospital Universitario de Girona Dr. Josep Trueta
Armando Pérez de Prado	Hospital Universitario de Jaén
Valeriano Ruiz Quevedo	Hospital Universitario de León
Ignacio Cruz González	Hospital Universitario de Navarra
José Moreu Burgos	Hospital Universitario de Salamanca
Juan Ruiz García	Hospital Universitario de Toledo
Francisco José Sánchez Burguillos	Hospital Universitario de Torrejón
Daniel Núñez Pernas	Hospital Universitario de Valme
Pascual Baello Monge	Hospital Universitario del Vinalopó
Lorenzo Hernando Marrupe	Hospital Universitario Dr. Peset
Juan Antonio Franco Peláez	Hospital Universitario Fundación Alcorcón
	Hospital Universitario Fundación Jiménez Díaz
	Hospital General de Villalba

**ANEXO 1. COLABORADORES DEL REGISTRO (Continuación)**

Colaborador	Centro
Alfonso Jurado Román	Hospital Universitario La Paz
Francisco Pomar Domingo	Hospital Universitario de La Ribera
Georgina Fuertes Ferre	Hospital Universitario Miguel Servet de Zaragoza
Raquel Pimienta González	Hospital Universitario Nuestra Señora de Candelaria
Francisco José Morales Ponce	Hospital Universitario Puerto Real
Ángel Sánchez Recalde	Hospital Universitario Ramón y Cajal Hospital Universitario Sanitas La Moraleja Hospital Universitario Sanitas Zarzuela
Soledad Ojeda Pineda	Hospital Universitario Reina Sofía de Córdoba Hospital QuirónSalud Córdoba
Araceli Frutos García	Hospital Universitario San Juan de Alicante
Raúl Millán Segovia	Hospital Universitario Son Espases
Ricardo Fajardo Molina	Hospital Universitario Torrecárdenas
José Luis Díez Gil	Hospital Universitario y Politécnico La Fe
Agustín Guisado Rasco	Hospital Virgen del Rocío
Antonio Enrique Gómez Menchero	Hospital Juan Ramón Jiménez de Huelva
Eduard Bosch	Hospital Parc Taulí
Juan Francisco Oteo Domínguez	Hospital Puerta de Hierro-Majadahonda
Alejandro Gutiérrez-Barrios	Hospital Puerta del Mar
José Domingo Cascón Pérez	Hospital Santa Lucía
Juan Manuel Casanova Sandoval	Hospital Universitario Arnau de Vilanova de Lleida
Javier Fernández Portales	Hospital Universitario de Cáceres
Fernando Rivero Crespo	Hospital Universitario de La Princesa
Eva Gonzalez Caballero	Hospital Universitario de Jerez de la Frontera
Raymundo Ocaranza Sánchez	Hospital Universitario Lucus Augusti
Javier Zueco	Hospital de Valdecilla
Bruno García del Blanco	Hospital Universitari Vall d'Hebron
Juan Horacio Alonso Briales	Hospital Universitario Virgen de la Victoria
Joaquín Sánchez Gila	Hospital Universitario Virgen de las Nieves
Manuel Vizcaino Arellano	Hospital Universitario Virgen Macarena
Julio Carballo Garrido	Centro Médico Teknon
Leire Andraka	Clinica IMQ Zorrozaurre
Alfredo Gómez Jaume	Clínica Juaneda Palma
Álvaro Merino Otermin	Clínica Rotger
Miguel Artaiz Urdaci	Clínica Universidad de Navarra
Carlos Arellano Serrano	Clínica Universidad de Navarra
Luis Antonio Íñigo García	Hospital Costa del Sol
Eulogio García	Hospital HLA Universitario Moncloa
Leire Unzué	Hospital Universitario HM Montepíncipe
Juan Miguel Ruiz Nodar	Hospital Clínica Benidorm
Dabit Arzamendi	Hospital de la Santa Creu i Sant Pau
Xavier Freixa	Hospital General de Catalunya
Vicente Mainar	Hospital IMED Levante
Mariano Usón	Hospital Juaneda-Miramar
Jorge Palazuelos Molinero	Hospital La Luz
Ramón López Palop	Hospital QuirónSalud Torrevieja
Armando Bethencourt	Hospital QuirónSalud Palmaplanas
Eduardo Alegria Barrero	Hospital Ruber Internacional
Santiago Jesús Camacho Freire	Hospital San Agustín
Gonzalo Peña	Hospital San Rafael
María Eugenia Vázquez Álvarez	Hospital San Rafael-Madrid
Juan Francisco Muñoz Camacho	Hospital Universitari Mútua de Terrassa
Antonio Ramírez Moreno	Hospiten Estepona
Mariano Larman Tellechea	Policlínica Gipuzkoa Hospital Universitario Donostia
Rafael García de la Borbolla Fernández	Hospital Viamed Santa Ángela de la Cruz

## BIBLIOGRAFÍA

1. Mainar V, Gómez-Recio M, Martínez Elbal L, Pan M. Spanish Registry of Hemodynamic and Interventional Cardiology Activity in 1991 and 1992. *Rev Esp Cardiol.* 1992;45:622–626.
2. Pan M, Martínez Elbal L, Gómez-Recio M, Mainar M. Spanish Registry of Hemodynamic and Interventional Cardiology Activity in 1992. *Rev Esp Cardiol.* 1993;46:711–717.
3. Martínez Elbal L, Gómez-Recio L, Pan M, Mainar V. Spanish Registry of Hemodynamic and Interventional Cardiology Activity in 1993. *Rev Esp Cardiol.* 1994;47:783–790.
4. Elizaga J, García E, Zueco J, Serra A. Spanish Registry of Hemodynamic and Interventional Cardiology Activity in 1994. *Rev Esp Cardiol.* 1995;48:783–791.
5. Zueco J, Elizaga J, Serra A, García E. Spanish Registry of Hemodynamic and Interventional Cardiology Activity in 1995. *Rev Esp Cardiol.* 1996;49:714–722.
6. Serra A, Zueco J, Elizaga J, García E. Spanish Registry of Hemodynamic and Interventional Cardiology Activity in 1996. *Rev Esp Cardiol.* 1997;50:833–842.
7. Soriano J, Alfonso F, Cequier A, Morís C. Spanish Registry of Hemodynamic and Interventional Cardiology Activity in 1997. *Rev Esp Cardiol.* 1998;51:927–938.
8. Soriano J, Alfonso F, Cequier A, Morís C. Spanish Registry of Hemodynamic and Interventional Cardiology Activity in 1998. *Rev Esp Cardiol.* 1999;52:1105–1120.
9. Soriano J, Alfonso F, Cequier A, Morís C. Spanish Registry of the Section of Hemodynamic and Interventional Cardiology Activity for 1999. *Rev Esp Cardiol.* 2000;53:1626–1638.
10. Hernández JM, Goicoeja J, Durán JM, Auge JM; Registry of the Working Group on Hemodynamics and Interventional Cardiology of the Spanish Society of Cardiology for the Year 2000. *Rev Esp Cardiol.* 2001;54:1426–1438.
11. Hernández JM, Goicoeja J, Durán JM, Auge JM; Spanish Registry on Cardiac Catheterization Interventions. 11th Official Report of the Working Group on Cardiac Catheterization and Interventional Cardiology of the Spanish Society of Cardiology (years 1990–2001). *Rev Esp Cardiol.* 2002;55:1173–1184.
12. Hernández JM, Goicoeja J, Durán JM, Auge JM; Spanish Registry on Cardiac Catheterization and Coronary Interventions. Twelfth Official Report of the Working Group on Cardiac Catheterization and Interventional Cardiology of the Spanish Society of Cardiology (1990–2002). *Rev Esp Cardiol.* 2003;56:1105–1118.
13. López-Palop R, Moreu J, Fernández-Vázquez F, Hernández Antolín R; Spanish Registry of Cardiac Catheterization and Coronary Interventions. Thirteenth Official Report of the Working Group on Cardiac Catheterization and Interventional Cardiology of the Spanish Society of Cardiology (1990–2003). *Rev Esp Cardiol.* 2004;57:1076–1089.
14. López-Palop R, Moreu J, Fernández-Vázquez F, Hernández R; Spanish Cardiac Catheterization and Coronary Intervention Registry. 14th Official Report of the Spanish Society of Cardiology Working Group on Cardiac Catheterization and Interventional Cardiology (1990–2004). *Rev Esp Cardiol.* 2005;58:1318–1334.
15. López-Palop R, Moreu J, Fernández-Vázquez F, Hernández Antolín R; Spanish Cardiac Catheterization and Coronary Intervention Registry. 15th Official Report of the Spanish Society of Cardiology Working Group on Cardiac Catheterization and Interventional Cardiology (1990–2005). *Rev Esp Cardiol.* 2006;59:1146–1164.
16. Baz JA, Mauri J, Albarrán A, Piñar E; Spanish Cardiac Catheterization and Coronary Intervention Registry. 16th Official Report of the Spanish Society of Cardiology Working Group on Cardiac Catheterization and Interventional Cardiology (1990–2006). *Rev Esp Cardiol.* 2007;60:1273–1289.
17. Baz JA, Piñar E, Albarrán A, Mauri J; Spanish Cardiac Catheterization and Coronary Intervention Registry. 17th Official Report of the Spanish Society of Cardiology Working Group on Cardiac Catheterization and Interventional Cardiology (1990–2007). *Rev Esp Cardiol.* 2008;61:1298–1314.
18. Baz JA, Albarrán A, Piñar E, Mauri J; Spanish Cardiac Catheterization and Coronary Intervention Registry. 18th Official Report of the Spanish Society of Cardiology Working Group on Cardiac Catheterization and Interventional Cardiology (1990–2008). *Rev Esp Cardiol.* 2009;62:1418–1434.
19. Díaz JF, De la Torre JM, Sabaté M, Goicoeja J; Spanish Cardiac Catheterization and Coronary Intervention Registry. 19th Official Report of the Spanish Society of Cardiology Working Group on Cardiac Catheterization and Interventional Cardiology (1990–2009). *Rev Esp Cardiol.* 2010;63:1304–1316.
20. Díaz JF, De la Torre JM, Sabaté M, Goicoeja J; Spanish Cardiac Catheterization and Coronary Intervention Registry. 20th Official Report of the Spanish Society of Cardiology Working Group on Cardiac Catheterization and Interventional Cardiology (1990–2010). *Rev Esp Cardiol.* 2011;64:1012–1022.
21. Díaz JF, De la Torre JM, Sabaté M, Goicoeja J; Spanish Cardiac Catheterization and Coronary Intervention Registry. 21st Official Report of the Spanish Society of Cardiology Working Group on Cardiac Catheterization and Interventional Cardiology (1990–2011). *Rev Esp Cardiol.* 2012;65:1106–1116.
22. García del Blanco B, Rumoroso Cuevas JR, Hernández Hernández F, Trillo Nouche R; Spanish Cardiac Catheterization and Coronary Intervention Registry. 22nd Official Report of the Spanish Society of Cardiology Working Group on Cardiac Catheterization and Interventional Cardiology (1990–2012). *Rev Esp Cardiol.* 2013;66:894–904.
23. García del Blanco B, Rumoroso Cuevas JR, Hernández Hernández F, Trillo Nouche R; Spanish Cardiac Catheterization and Coronary Intervention Registry. 23rd Official Report of the Spanish Society of Cardiology Working Group on Cardiac Catheterization and Interventional Cardiology (1990–2013). *Rev Esp Cardiol.* 2014;67:1013–1023.
24. García del Blanco B, Hernández Hernández F, Rumoroso Cuevas JR, Trillo Nouche R; Cardiac Catheterization and Coronary Intervention Registry. 24th Official Report of the Spanish Society of Cardiology Working Group on Cardiac Catheterization and Interventional Cardiology (1990–2014). *Rev Esp Cardiol.* 2015;68:1154–1164.
25. Jiménez-Quevedo P, Serrador A, Pérez de Prado A, Pan M; Spanish Cardiac Catheterization and Coronary Intervention Registry. 25th Official Report of the Spanish Society of Cardiology Working Group on Cardiac Catheterization and Interventional Cardiology (1990–2015). *Rev Esp Cardiol.* 2016;69:1180–1189.
26. Serrador Frutos A, Jiménez-Quevedo P, Pérez de Prado A, Pan M; Spanish Cardiac Catheterization and Coronary Intervention Registry. 26th Official Report of the Spanish Society of Cardiology Working Group on Cardiac Catheterization and Interventional Cardiology (1990–2016). *Rev Esp Cardiol.* 2017;70:1110–1120.
27. Cid Álvarez AB, Rodríguez Leor O, Moreno R, Pérez de Prado A; Spanish Cardiac Catheterization and Coronary Intervention Registry. 27th Official Report of the Spanish Society of Cardiology Working Group on Cardiac Catheterization and Interventional Cardiology (1990–2017). *Rev Esp Cardiol.* 2018;71:1036–1046.
28. Cid Álvarez AB, Rodríguez Leor O, Moreno R, Pérez de Prado A; Spanish Cardiac Catheterization and Coronary Intervention Registry. 28th Official Report of the Spanish Society of Cardiology Working Group on Cardiac Catheterization and Interventional Cardiology (1990–2018). *Rev Esp Cardiol. (Engl Ed.)* 2019 Dec;72:1043–1053English, Spanish.
29. Ojeda S, Romaguera R, Cruz-Gonzalez I, Moreno R. Spanish Cardiac Catheterization and Coronary Intervention Registry. 29th Official Report of the Interventional Cardiology Association of the Spanish Society of Cardiology (1990–2019). *Rev Esp Cardiol.* 2020;73:927–936.
30. Romaguera R, Ojeda S, Cruz-Gonzalez I, Moreno R; on behalf of the Spanish Cardiac Catheterization and Coronary Intervention Registry. 30th Official Report of the Interventional Cardiology Association of the Spanish Society of Cardiology (1990–2020) in the year of the COVID-19 pandemic. *Rev Esp Cardiol.* 2021;74:1096–1106.
31. Freixa X, Jurado-Román A, Cid B, Cruz-González I; on behalf of the Spanish Cardiac Catheterization and Coronary Intervention Registry. 31st Official Report of the Interventional Cardiology Association of the Spanish Society of Cardiology (1990–2021). *Rev Esp Cardiol.* 2022;75:1040–1049.
32. Asociación de Cardiología Intervencionista de la Sociedad Española de Cardiología. Registro de Actividad SHCI. Disponible en: <https://www.hemodinamica.com/cientifico/registro-de-actividad/>. Consultado 8 Jun 2023.
33. Instituto Nacional de Estadística. Cifras oficiales de población resultantes de la revisión del Padrón municipal a 1 de Ene. Resumen por comunidades autónomas. Población por comunidades y ciudades autónomas y tamaño de los municipios. Disponible en: <https://www.ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?t=2915&l=0>. Consultado 6 Jun 2022.
34. van Zandvoort IJC, Ali Z, Kern M, van Mieghem NM, Mintz GS, Daemen J. Improving PCI Outcomes Using Postprocedural Physiology and Intravascular Imaging. *JACC Cardiovasc Interv.* 2021;14:2415–2430.
35. Jurado-Román A, Gómez-Menchero A, Gonzalo N, et al. Plaque modification techniques to treat calcified coronary lesions. Position paper from the ACI-SEC. *REC Interv Cardiol.* 2023;5:46–61.
36. Ibanez B, James S, Agewall S, et al. 2017 ESC Guidelines for the management of the acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. *Eur Heart J.* 2018;39:119–177.
37. European Society of cardiology (ESC): valve for life initiative. Disponible en: [https://www.escardio.org/Sub-specialty-communities/European-Association-of-Percutaneous-Cardiovascular-Interventions-\(EAPCI\)/Advocacy/valve-for-life-initiative](https://www.escardio.org/Sub-specialty-communities/European-Association-of-Percutaneous-Cardiovascular-Interventions-(EAPCI)/Advocacy/valve-for-life-initiative). Consultado 25 Jun 2023.
38. Stone GW, Lindenfeld J, Abraham WT, et al. COAPT Investigators. Transcatheter Mitral-Valve Repair in Patients with Heart Failure. *N Engl J Med.* 2018;379:2307–2318.
39. Lurz P, Stephan von Bardeleben R, Weber M, et al. TRILUMINATE Investigators. Transcatheter Edge-to-Edge Repair for Treatment of Tricuspid Regurgitation. *J Am Coll Cardiol.* 2021;77:229–239.
40. Hildick-Smith D, Landmesser U, Camm AJ, et al. Left atrial appendage occlusion with the Amplatzer™ Amulet™ device: full results of the prospective global observational study. *Eur Heart J.* 2020;41:2894–2901.
41. Boersma LV, Ince H, Kische S, et al. EWOLUTION Investigators. Efficacy and safety of left atrial appendage closure with WATCHMAN in patients with or without contraindication to oral anticoagulation: 1-Year follow-up outcome data of the EWOLUTION trial. *Heart Rhythm.* 2017;14:1302–1308.
42. Osmanić P, Herman D, Neuzil P, et al. PRAGUE-17 Trial Investigators. Left Atrial Appendage Closure Versus Direct Oral Anticoagulants in High-Risk Patients with Atrial Fibrillation. *J Am Coll Cardiol.* 2020;75:3122–3135.
43. Lauder L, Mahfoud F, Azizi M, et al. Hypertension management in patients with cardiovascular comorbidities. *Eur Heart J.* 2023;44:2066–2077.
44. Carroll BJ, Larnard EA, Pinto DS, Giri J, Seemsky EA. Percutaneous Management of High-Risk Pulmonary Embolism. *Circ Cardiovasc Interv.* 2023;16:e012166.
45. Toma C, Jaber WA, Gondi S, et al. Percutaneous mechanical thrombectomy in a real-world pulmonary embolism population: Interim results of the FLASH registry. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2022;99:1345–1355.
46. Zoppellaro G, Badawy MR, Squizzato A, Denas G, Tarantini G, Pengo V. Balloon Pulmonary Angioplasty in Patients With Chronic Thromboembolic Pulmonary Hypertension – A Systematic Review and Meta-Analysis. *Circ J.* 2019;83:1660–1667.