



Universidad  
de Alcalá

# TESIS DOCTORAL

**Resultados de la Ablación de Flúter Atípico  
en la Era de La navegación con mapeo  
de Alta densidad**

**- Estudio RAFAELA -**

**Vanesa Cristina Lozano Granero**

Directores:

Dr. José Luis Zamorano Gómez

Dr. Eduardo Franco Díez

Programa de Doctorado en  
CIENCIAS DE LA SALUD

**Universidad de Alcalá**

---

**Alcalá de Henares, 2023**



## Agradecimientos

Quisiera aprovechar este espacio para agradecer brevemente al Profesor José Luis Zamorano Gómez, jefe, mentor profesional, tutor y director de esta tesis por su constante ánimo, su eterna guía y su infinita paciencia, y al Dr. Eduardo Franco Díez, codirector, por sembrar en mí la idea de tantas cosas (la cardiología, la electrofisiología, la investigación, los flúteres) y por su inagotable labor orientadora.

Al Hospital Universitario Ramón y Cajal, por ser mi segunda casa. A la Universidad de Alcalá de Henares por permitirme ampliar los horizontes de mi actividad investigadora. A mis compañeros y amigos del Servicio de Cardiología, los que están y los que estuvieron, mayores y pequeños, por ser y hacer equipo y por enseñarme prácticamente todo lo que sé como médico y mucho de lo que soy como persona.

A Juanma, por resolverme siempre todas las dudas logísticas del universo con una sonrisa.

A mi familia, amigos y resto de compañeros de trabajo, por haberme apoyado en este largo proceso.

Y a Edu, por todo.

# Índice

## Contenido

Agradecimientos .....	1
Índice.....	2
Resumen .....	9
Introducción .....	9
Objetivos .....	10
Métodos .....	11
Resultados .....	11
Conclusión .....	13
Summary .....	15
Introduction.....	15
Aims.....	16
Methods .....	16
Results .....	17
Conclusion .....	19
Introducción.....	21
Generalidades .....	22
Mecanismo electrofisiológico.....	22
Epidemiología y aspectos clínicos .....	29
Diagnóstico electrocardiográfico.....	31
Manejo farmacológico.....	37
Indicaciones de ablación.....	38
Estudio electrofisiológico y mapeo electroanatómico .....	39

Planificación del procedimiento .....	39
Diagnóstico del mecanismo electrofisiológico .....	40
Diagnóstico de la localización .....	43
Diagnóstico preciso del circuito de la taquicardia.....	47
Caracterización del sustrato .....	61
Definición del circuito e identificación del istmo crítico de la taquicardia .....	63
Ablación.....	68
Técnica de ablación .....	68
Maniobras de comprobación y <i>end-point</i> final de la ablación.....	73
Flúteres atípicos en cardiopatía congénita .....	76
Resultados de la ablación.....	82
Resultados inmediatos .....	82
Resultados a medio y largo plazo .....	89
Hipótesis.....	93
Objetivos .....	95
Objetivos primarios .....	95
Objetivos secundarios .....	95
Métodos.....	97
Población de estudio .....	97
Criterios de inclusión .....	97
Criterios de exclusión .....	98
Procedimiento de ablación .....	98
Preparación del caso .....	98
Fase diagnóstica.....	100
Fase terapéutica .....	101

Postprocedimiento inmediato.....	102
Seguimiento clínico y manejo postablación.....	103
Consideraciones éticas.....	103
Recogida de datos.....	104
Variables de estudio.....	104
Análisis estadístico.....	114
Resultados.....	115
Tasa de reclutamiento.....	115
Características basales de los pacientes.....	116
Características basales de los pacientes según distintos subgrupos.....	121
Características del procedimiento.....	123
Características del procedimiento según distintos subgrupos.....	125
Características de los flúteres clínicos mapeados.....	126
Características de los flúteres clínicos mapeados según distintos subgrupos.....	133
Resultado de la ablación del flúter clínico e inducibilidad posterior.....	134
Características de los flúteres mapeados y lesiones realizadas según distintos subgrupos.....	137
Resultado final de la ablación de flúter.....	139
Diferencias en las características basales de los pacientes en función del éxito final del procedimiento.....	139
Diferencias en las características procedimentales en función del éxito final del procedimiento.....	141
Diferencias en las características de los flúteres mapeados y las lesiones realizadas en función del éxito final del procedimiento.....	142
Predictores del éxito final del procedimiento.....	143
Éxito final del procedimiento según los distintos subgrupos.....	143

Complicaciones .....	144
Diferencias en las características basales de los pacientes en función de la aparición de complicaciones .....	145
Diferencias en las características procedimentales en función de la aparición de complicaciones .....	146
Diferencias en las características de los flúteres mapeados y las lesiones realizadas en función de la aparición de complicaciones .....	147
Predictores de complicaciones .....	148
Complicaciones según los distintos subgrupos .....	148
Recurrencia tras ablación .....	148
Recurrencia precoz (en fase de <i>blanking</i> ) .....	148
Recurrencia en el primer año tras ablación .....	161
Recurrencias a largo plazo .....	170
Evolución a arritmia auricular permanente .....	179
Mortalidad .....	192
Discusión .....	193
Características basales de los pacientes .....	193
Etiología del flúter atípico .....	197
Características de los flúteres clínicos .....	201
Mapeabilidad .....	201
Localización y mecanismo .....	202
Resultados a corto plazo (inmediatos) de la ablación .....	203
Terminación del flúter clínico .....	203
Éxito final del procedimiento .....	203
Complicaciones .....	204

Resultados a medio plazo de la ablación .....	205
Recidiva en fase de <i>blanking</i> .....	205
Recidiva en el primer año fuera de <i>blanking</i> .....	208
Resultados a largo plazo.....	209
Recurrencias más allá del año .....	209
Evolución a arritmia auricular permanente .....	210
Limitaciones .....	213
Conclusiones .....	215
Bibliografía .....	219
Anexos.....	241
Anexo 1. Dictamen del Comité de Ética de la Investigación con Medicamentos del Hospital Universitario Ramón y Cajal.....	245
Anexo 2. Conformidad de la dirección del Hospital Universitario Ramón y Cajal .....	251
Anexo 3. Franco E, Lozano Granero C, Matía R, Hernández-Madrid A, Sánchez I, Zamorano JL, Moreno J. High-density mapping with fragmentation analysis in patients with reentrant atrial tachycardias (MAP-FLURHY study). J Interv Card Electrophysiol 2022;63(3):513-522.....	255
Anexo 4. Franco E, Lozano Granero C, Cortez-Dias N, Nakad E, Segev M, Matía R, Hernández-Madrid A, Zamorano JL, Moreno J. Automatic identification of areas with low-voltage fragmented electrograms for the detection of the critical isthmus of atypical atrial flutters. J Cardiovasc Electrophysiol 2023;34(2):356-365.....	267
Anexo 5. Franco E, Lozano Granero C, Matía R, Hernández-Madrid A, Sánchez Pérez I, Zamorano JL, Moreno J. Stabilization of unstable reentrant atrial tachycardias via fractionated continuous electrical activity ablation (CHAOS study). Cardiol J 2022; doi: 10.5603/CJ.a2022.0036.....	279
Anexo 6. Lozano Granero VC, Franco Díez E, Rodríguez Muñoz D, Matía Francés R, Hernández-Madrid A, Sánchez Pérez I, Zamorano Gómez JL, Moreno Planas J. 6001-6 -	

Ablación de flutter perimitral mediante líneas mitrales anteriores: ¿quemando por el buen camino? Rev Esp Cardiol 2017;70(Supl 1):575. ....	293
Anexo 7. Lozano-Granero C, Moreno J, Rodríguez Muñoz D, Matía R, Hernández Madrid A, Sánchez-Pérez I, Marco Del Castillo A, Zamorano JL, Franco E. P937 Sports-bra shaped macroreentrant atrial tachycardia: a common end for an uncommon circuit. Europace 2018;20(Supl 1): i184. ....	297
Anexo 8. Lozano-Granero C, Moreno J, Rodriguez Munoz D, Matia R, Hernandez-Madrid A, Sanchez-Perez I, Marco Del Castillo A, Zamorano JL, Franco E. P905 Anterior mitral lines for perimitral flutter ablation: are we ablating down the right path? Eur Heart J Supp 2018;20(Supl 1):i174. ....	299
Anexo 9. Lozano Granero C, Moreno Planas J, Rodríguez Muñoz D, Matía Francés R, Hernández-Madrid A, Sánchez Pérez I, Zamorano Gómez JL, Franco Díez E. 6001-13 - Ablación de flutter atípico en octogenarios: ¿a la tercera edad va la vencida? Rev Esp Cardiol 2018;71(Supl 1):666.....	305
Anexo 10. Lozano-Granero C, Moreno J, Matía R, Hernández-Madrid A, Sánchez Pérez I, Zamorano JL, Franco E. P2839. The golden age of ablation: results for atypical flutter ablation in the very elderly. Eur Heart J 2019;40(Supl 1):ehz748.1149. ....	309
Anexo 11. Lozano Granero C, Franco Díez E, Matía Francés R, Hernández-Madrid A, Sánchez Pérez I, Zamorano Gómez JL, Moreno Planas J. 5022-8 - Resultados de la ablación de flutter atípico en la era del mapeo electroanatómico de alta densidad. Rev Esp Cardiol 2019;72(Supl 1):408. ....	313
Anexo 12. Franco E, Lozano Granero C, Matía R, Hernández-Madrid A, Sánchez-Pérez I, Zamorano JL, Moreno J. MAPping with fragmentation analysis in patients with atypical atrial FLutter using the RHYthmia navigation system (MAP-FLURHY study). Eur Heart J 2020;41(Supl 2): ehaa946.0690. ....	319
Anexo 13. Franco E, Lozano-Granero C, Matía R, Hernández-Madrid A, Sánchez-Pérez I, Zamorano JL, Moreno J. Stabilization of unstable reentrant atrial tachycardias via fractionated continuous electrical activity ablation (CHAOS study). Europace 2021;23(Supl 3): euab116.302. ....	323

Anexo 14. Lozano Granero VC, Moreno Planas J, Matía Francés R, Hernández Madrid A, Sánchez Pérez I, Zamorano Gómez JL, Franco Díez E. 5013-3 - Recurrencia precoz en la ablación de flúter atípico: predictores y pronóstico a largo plazo. Rev Esp Cardiol 2021;74(Supl 1):656. Anexo 15. Lozano Granero VC, Franco Díez E, Matía Francés R, Hernández Madrid A, Sánchez Pérez I, Zamorano Gómez JL, Moreno Planas J. 6020-6 - Recurrencia más allá de un año tras ablación de flúter atípico: predictores y pronóstico. Rev Esp Cardiol. 2022;75(Supl 1):388. ....327

## Resumen

### Introducción

Se denomina flúter atípico al trazado electrocardiográfico caracterizado por una oscilación uniforme y continua de la línea de base cuya morfología no recuerda a la de los flúteres istmo-dependientes. El mecanismo electrofisiológico subyacente más habitual es la taquicardia auricular macrorretrante, aunque otros mecanismos pueden tener manifestaciones electrocardiográficas similares. Para su aparición, es necesaria la presencia de barreras de conducción anatómicas y/o funcionales en las aurículas que delimiten el circuito, así como zonas de conducción lenta que posibiliten el bloqueo unidireccional y la perpetuación de un frente de onda reentrante, siendo típica la aparición de reentradas en torno a obstáculos anatómicos naturalmente presentes en las aurículas (anillo valvular mitral, venas pulmonares, venas cavas) o bien alrededor de cicatrices auriculares, que pueden aparecer de forma espontánea (en una suerte de “envejecimiento auricular” en el que participan factores de riesgo cardiovascular clásicos así como otros procesos comórbidos, fundamentalmente cardíacos) o bien fruto de yatrogenia (tras procedimientos de ablación o cirugía cardíaca previos). Otro mecanismo no infrecuente es el de la reentrada pequeña, en el que no es posible encontrar un obstáculo anatómico central, sino uno funcional y/o la existencia de regiones de conducción marcadamente lenta, también relacionadas con áreas de escara auricular.

Se trata de una arritmia rara, que supone el 4% de todos los procedimientos de ablación en los laboratorios de electrofisiología actuales, aunque su prevalencia está aumentando debido al envejecimiento poblacional, al auge de los procedimientos de ablación cardíaca y a la mayor esperanza de vida de los pacientes sometidos a procedimientos de intervencionismo cardíaco (hecho muy patente en la población de pacientes con cardiopatías congénitas).

La ablación con catéter del flúter atípico, indicada en el tratamiento de pacientes con episodios recurrentes y/o sintomáticos de flúter, persigue terminar la taquicardia

clínica, prevenir su reaparición mediante el bloqueo de la conducción a través de alguna estructura imprescindible para su mantenimiento e idealmente prevenir la aparición de otras taquicardias de mecanismo reentrante. Para ello, es necesario llevar a cabo un diagnóstico preciso de la localización y componentes del circuito reentrante que propicie la arritmia, utilizándose para ello habitualmente sistemas de navegación electroanatómica. En los últimos años, la aparición de catéteres diagnósticos con múltiples electrodos de pequeño tamaño e interespaciado y sistemas capaces de llevar a cabo una anotación automática y precisa de gran cantidad de señales, en lo que se ha denominado mapeo de alta densidad, ha facilitado una mejor caracterización del sustrato y una mejor identificación del circuito responsable y sus componentes, mejorando los resultados inmediatos del procedimiento.

Sin embargo, los resultados a medio y largo plazo del procedimiento en términos de prevención de recurrencias y mantenimiento del ritmo sinusal reportados en la literatura son subóptimos, aunque los estudios a este respecto suelen incluir poblaciones pequeñas y seleccionadas de pacientes seguidos durante un periodo limitado de tiempo.

## Objetivos

Los objetivos de este estudio son:

- 1) Determinar la efectividad a corto plazo (inmediata) y a medio y largo plazo (primer año y más allá del primer año) del procedimiento de ablación de flúter atípico empleando tecnología de mapeo de alta-densidad; y determinar la utilidad del procedimiento dentro de una estrategia de control del ritmo en la prevención de la evolución a arritmias auricular permanente.
- 2) Describir las características de localización, anatómicas y el mecanismo electrofisiológico de los flúteres atípicos presentados por una población amplia y no seleccionada de pacientes; encontrar predictores de la efectividad del procedimiento; y

analizar las diferencias en resultados entre distintos grupos preespecificados de pacientes.

## Métodos

Se llevó a cabo un estudio observacional, unicéntrico, longitudinal y ambispectivo en el que se incluyeron todos los pacientes consecutivos con documentación electrocardiográfica de flúter atípico remitidos para ablación y en los que se empleara tecnología de mapeo de alta densidad desde junio de 2015 a diciembre de 2021.

El procedimiento de ablación se llevó cabo de acuerdo con la práctica habitual del laboratorio, empleando cualquier de los catéteres dedicados y navegadores disponibles en el centro (catéter PentaRay y sistema Carto3, catéter Advisor HDGrid y Ensite Precision o X, y catéter Intellamap Orion y sistema Rhythmia). Se empleó anestesia general y catéteres de ablación con sensor de fuerza de contacto de forma preferente. Se realizó seguimiento presencial en consulta monográfica de arritmias con realización de ECG y/o Holter a juicio del médico responsable a los 3, 6 y 12 meses postablación, y posteriormente según criterio clínico.

Para el análisis de resultados se predefinieron 4 grupos distintos de pacientes en función del antecedente de cardiopatía congénita, cirugía cardíaca, ablación de arritmias auriculares o ninguno de lo anterior (atriopatía primaria).

## Resultados

Se incluyeron 193 procedimientos realizados en 161 pacientes (edad media  $63.6 \pm 17.5$  años, 45.1% mujeres), en los cuales se mapearon 360 flúteres diferentes, de los cuales 306 fueron taquicardias no dependientes del istmo cavotricuspidé. El 19.7% de los pacientes padecía una cardiopatía congénita, el 34.2% tenían antecedente de cirugía

cardíaca, el 57.5% de ablación endocárdica y el 26.9% no tenían antecedentes de cirugía ni ablación (atriopatía primaria).

En el 15.5% de los procedimientos el flúter clínico fue inicialmente no mapeable, por no inducirse de forma sostenida, por cambios constantes en la secuencia de activación o por paso a fibrilación auricular. Tras una estrategia de ablación individualizada, incluyendo ablación empírica de sustrato o de regiones consideradas *driver* de fibrilación auricular, la proporción de flúteres no mapeables se redujo a 4.7%. El 73.1% de los flúteres clínicos mapeados se localizaron en aurícula izquierda, el 25.9% en aurícula derecha y el 1% fueron biauriculares. Fueron predictores de localización el sexo femenino (OR 5.74, IC95% 1.37 – 24.09,  $p=0.017$ ), la diabetes (OR 27.25, IC95% 2.56 – 289.45;  $p=0.006$ ), el antecedente de fibrilación auricular (OR 5.07, IC95% 1.43 – 18.0;  $p=0.012$ ) y la ausencia de antecedente de cardiopatía congénita (OR 46.57, IC95% 5.83 – 371.9;  $p<0.001$ ). El 59.8% respondieron a un mecanismo macrorreentrante, recibiendo en la mayoría de casos ablaciones lineales (57.6%).

Se logró la terminación de la taquicardia clínica en el 93.3% de los pacientes remitidos a ablación y en el 97.8% de los mapeables. Tras la terminación de la taquicardia clínica, se indujeron otros flúteres mapeables distintos al clínico en el 61.1% de los procedimientos, con una mediana de 2 [2 – 3] flúteres por paciente, y otras taquicardias no mapeables en 16.8%. Tras el abordaje de todas las taquicardias inducidas, se logró el restablecimiento del ritmo sinusal sin necesidad de cardioversión (éxito final) en el 89.4% de los pacientes remitidos a ablación y en el 91.8% de los mapeables. Fueron predictores de éxito final el menor volumen auricular izquierdo indexado (OR 1.05 por cada ml/m<sup>2</sup>, IC95% 1.01 – 1.09,  $p=0.014$ ) y la no inducción de arritmias sostenidas no mapeables (OR 10.52, IC95% 2.61 – 42.32,  $p=0.001$ ). No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los subgrupos preespecificados.

La tasa de complicaciones global fue del 8.8%, encontrando un 6.2% de complicaciones mayores, siendo la más frecuente de éstas el derrame pericárdico que precisa drenaje (3.1%). No se encontraron predictores de complicaciones.

En los tres primeros meses tras la ablación (considerados fase de *blanking*) se observaron recurrencias en el 27.5% de los pacientes, mayoritariamente a modo de

flúter (77.4%). Fueron predictores de recurrencia en esta fase la inducción de otros flúteres mapeables distintos al clínico (HR 2.31, IC95% 1.22 – 4.39,  $p=0.010$ ) y el no éxito final del procedimiento (HR 4.28, IC95% 2.21 – 8.30,  $p<0.001$ ). No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los subgrupos preespecificados.

En el primer año tras la ablación, se observaron recurrencias fuera de *blanking* en el 30.1% de los pacientes, mayoritariamente también en forma de flúter (79.3%). Fueron predictores de recurrencia en el primer año la edad mayor de 80 años (HR 2.77, IC95% 1.05 – 7.23,  $p=0.038$ ) y la recurrencia en fase de *blanking* (HR 4.89, IC95% 2.19 – 10.90,  $p<0.001$ ). El grupo de pacientes con atriopatía primaria presentó una menor supervivencia libre de recurrencia en el primer año comparado con el resto (58.0% vs 72.6% vs 71.4% vs 73.5%,  $p=0.0330$  para el test de log-rank).

El 50.3% de los pacientes presentaron alguna recurrencia fuera de *blanking* tras una mediana de seguimiento de 32.3 [18.6 – 49.1] meses, predominantemente en forma de flúter (73.2%). Fueron predictores de recurrencia a largo plazo el antecedente de fibrilación auricular previa (HR 1.97, IC95% 1.27 – 3.07,  $p=0.002$ ), vasculopatía (HR 2.47, IC95% 1.50 – 4.05,  $p<0.001$ ), el no empleo de catéteres con sensor de fuerza de contacto (HR 2.11, IC95% 1.37 – 3.25,  $p=0.001$ ) y la recurrencia en fase de *blanking* (HR 3.59, IC95% 2.28 – 5.66,  $p<0.001$ ). No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los subgrupos preespecificados.

Del total de la población del estudio, el 19.2% evolucionó a arritmia auricular permanente, siendo predictores la edad (HR 1.05 por cada año, IC 95% 1.01 – 1.10,  $p=0.018$ ), el diámetro auricular izquierdo (OR 1.88 para cada centímetro, IC95% 1.19 – 2.98,  $p=0.007$ ) y la recurrencia en fase de *blanking*.

## Conclusión

En una cohorte contemporánea amplia de pacientes con flúteres atípicos de varias etiologías (incluyendo un 20% de pacientes con cardiopatía congénita, 34% con antecedente de cirugía cardíaca, 68% de ablación auricular y 32% sin antecedentes de

ablación ni cirugía cardíaca) atendidos en un centro sanitario de tercer nivel, la ablación con empleo de sistemas de navegación con mapeo de alta densidad mostró unos resultados inmediatos excelentes en términos de terminación de la taquicardia clínica y no inducibilidad de otras taquicardias. Sin embargo, los resultados son pobres en términos de recurrencias a medio y largo plazo, con un 30% de recurrencias fuera de *blanking* al cabo de 1 año y 50% al cabo de 32 meses. Sin embargo, resulta útil como parte de una estrategia de control de ritmo, evitando la evolución a arritmia auricular permanente.

## Summary

### Introduction

“Atypical flutter” is an electrocardiographic pattern characterized by a uniform and continuous oscillation of the baseline whose morphology does not resemble that of isthmus-dependent flutters. The most common underlying electrophysiological mechanism is macroreentrant atrial tachycardia, although other mechanisms may have similar electrocardiographic manifestations. The presence of anatomical and/or functional conduction barriers in the atria that delimit a circuit is necessary for its onset, as well as areas of slow conduction that allow unidirectional blockade and the perpetuation of a reentrant wavefront. It usually settles around anatomical obstacles naturally present in the atria (mitral valve annulus, pulmonary veins, vena cava) or around atrial scars, which can appear spontaneously (in a kind of "atrial aging" involving classic cardiovascular risk factors, as well as other comorbid processes, mainly of cardiac nature) or as a result of iatrogenesis (after previous ablation procedures or cardiac surgery). Another frequent mechanism is that of small reentry, in which it is not possible to find a central anatomical obstacle, but rather a functional one and/or the existence of regions of markedly slow conduction, also related to areas of atrial scarring.

It is a rare arrhythmia, which accounts for 4% of all ablation procedures in current electrophysiology laboratories, although its prevalence is increasing due to population aging, the rise of cardiac ablation procedures, and the longer life expectancy of patients undergoing cardiac interventional procedures (a fact that is very evident in the population of patients with congenital heart disease). Catheter ablation of atypical atrial flutter, indicated for the treatment of patients with recurrent and/or symptomatic flutter episodes, seeks to terminate clinical tachycardia, to prevent its reappearance by blocking the conduction through some essential structure for its maintenance and ideally to prevent the occurrence of other reentrant tachycardias. For this, it is necessary to carry out a precise diagnosis of the location and components of the reentrant circuit that favors the arrhythmia, usually using electroanatomical navigation systems. In recent

years, the advent of diagnostic catheters with multiple small-sized electrodes shortly interspaced and systems capable of automatic and accurate annotation of a large numbers of signals, in what has been called “high-density mapping”, has facilitated a better characterization of the substrate and a better identification of the circuit responsible for the arrhythmia and its components, improving the immediate results of the procedure. However, the medium and long-term results of the procedure in terms of prevention of recurrences and maintenance of sinus rhythm reported in the literature are suboptimal, although studies in this regard usually include small and selected populations of patients followed up for a limited period of time.

## Aims

The objectives of this study are:

1) To determine the short-term (immediate) and medium-long-term (first year and beyond first year) effectiveness of the atypical flutter ablation procedure using high-density mapping technology; and to determine the usefulness of the procedure within a rhythm control strategy in the prevention of evolution to permanent atrial arrhythmias.

2) To describe the localization, anatomical characteristics and the electrophysiological mechanism of atypical flutters presented by a large and unselected population of patients; to find predictors of the effectiveness of the procedure; and to analyze the differences in results between different prespecified groups of patients.

## Methods

An observational, single-center, longitudinal and ambispective study was carried out including all consecutive patients with electrocardiographic documentation of atypical flutter referred for ablation and in whom high-density mapping technology was used from June 2015 to December 2021. The ablation procedure was performed according to standard laboratory practice, using any of the dedicated catheters and navigation systems available at the center (PentaRay catheter and Carto3 system,

Advisor HDGrid catheter and Ensite Precision or Ensite X, and Intellamap Orion catheter and Rhythmia system. General anesthesia and ablation catheters with contact force sensing technology were used preferably. Follow-up was carried out in a monographic arrhythmia clinic with ECG and/or Holter monitoring at the discretion of the responsible physician at 3-, 6-, and 12-months post-ablation, and subsequently, according to clinical criteria.

For the analysis, four different groups of patients were predefined based on a history of congenital heart disease, cardiac surgery, ablation of atrial arrhythmias, or none of the above (primary atrial disease).

## Results

A total of 193 procedures performed in 161 patients (mean age  $63.6 \pm 17.5$  years, 45.1% women) were included, in which 360 different flutters were mapped, of which 306 were tachycardias not dependent on the cavotricuspid isthmus. 19.7% of the patients had congenital heart disease, 34.2% had a history of cardiac surgery, 57.5% of endocardial ablation, and 26.9% had no history of surgery or ablation (primary atrioopathy).

In 15.5% of the procedures, clinical flutter was initially not mappable, because it was not induced in a sustained manner, due to constant changes in the activation sequence, or due to transition to atrial fibrillation. After an individualized ablation strategy, including empirical substrate ablation or ablation of regions considered to be drivers of atrial fibrillation, the proportion of unmappable flutters was reduced to 4.7%. 73.1% of the clinical flutters mapped were located in the left atrium, 25.9% in the right atrium, and 1% were biatrial. Predictors of left location were female sex (OR 5.74, 95%CI 1.37 - 24.09,  $p=0.017$ ), diabetes (OR 27.25, 95%CI 2.56 - 289.45;  $p=0.006$ ), a history of atrial fibrillation (OR 5.07, 95%CI 1.43 - 18.0;  $p=0.012$ ) and the absence of a history of congenital heart disease (OR 46.57, 95%CI 5.83 - 371.9;  $p<0.001$ ). 59.8% responded to a macroreentrant mechanism, receiving linear ablations in most cases (57.6%).

Clinical tachycardia termination was achieved in 93.3% of patients referred for ablation and in 97.8% of those considered mappable. After the termination of the clinical tachycardia, other mappable flutters were induced in 61.1% of the procedures, with a median of 2 [2 – 3] flutters per patient, and other non-mappable tachycardias were induced in 16.8%. After addressing all the induced tachycardias, sinus rhythm was restored without the need for cardioversion (final success) in 89.4% of the patients referred for ablation and in 91.8% of those considered mappable. A lower indexed left atrial volume (OR 1.05 for each ml/m<sup>2</sup>, 95%CI 1.01-1.09, p=0.014) and non-inducibility of non-mappable sustained arrhythmias (OR 10.52, 95%CI 2.61-42.32, p=0.001) were predictors of final success. There were no statistically significant differences between the prespecified subgroups.

The overall complication rate was 8.8%, 6.2% considered major, the most frequent of which was pericardial effusion requiring drainage (3.1%). No predictors of complications were found.

In the first three months after ablation (considered the blanking phase), recurrences were observed in 27.5% of the patients, mostly as flutter (77.4%). The induction of mappable flutters other than the clinical one (HR 2.31, 95%CI 1.22 - 4.39, p=0.010) and the final non-success of the procedure (HR 4.28, 95%CI 2.21 - 8.30, p<0.001) were predictors of recurrence in this phase. There were no statistically significant differences between the prespecified subgroups.

In the first year after ablation, recurrences excluding blanking were observed in 30.1% of the patients, also mostly as flutter (79.3%). Predictors of recurrence in the first year were age over 80 years (HR 2.77, 95%CI 1.05-7.23, p=0.038) and recurrence in the blanking phase (HR 4.89, 95%CI 2.19-10.90, p<0.001). The group of patients with primary atrioopathy presented a lower recurrence-free survival in the first year compared to the rest (58.0% vs 72.6% vs 71.4% vs 73.5%, p=0.0330 for the log-rank test).

50.3% of the patients presented some recurrence outside of blanking after a median follow-up of 32.3 [18.6 – 49.1] months, predominantly in the form of flutter (73.2%). Long-term predictors of recurrence were a history of previous atrial fibrillation (HR 1.97, 95% CI 1.27 - 3.07, p=0.002), vasculopathy (HR 2.47, 95% CI 1.50 - 4.05,

$p < 0.001$ ), the non-use of catheters with contact force sensing technology (HR 2.11, 95%CI 1.37 - 3.25,  $p = 0.001$ ) and recurrence in the blanking phase (HR 3.59, 95%CI 2.28 - 5.66,  $p < 0.001$ ). There were no statistically significant differences between the prespecified subgroups.

Of the total study population, 19.2% evolved to permanent atrial arrhythmia, with predictors being age (HR 1.05 for each year, 95% CI 1.01 - 1.10,  $p = 0.018$ ), left atrial diameter (OR 1.88 for each centimeter, 95% CI 1.19 – 2.98,  $p = 0.007$ ) and recurrence in the blanking phase.

## Conclusion

In a large contemporary cohort of patients with atypical flutters of various etiologies (including 20% of patients with congenital heart disease, 34% with a history of cardiac surgery, 68% of atrial ablation, and 32% without a history of ablation or cardiac surgery) treated in a tertiary health center, ablation using high-density mapping navigation systems showed excellent immediate results in terms of termination of clinical tachycardia and non-inducibility of other tachycardias. However, the results are poor in terms of recurrences in the medium and long term, with 30% of recurrences outside of blanking after 1 year and 50% after 32 months. However, it is useful as part of a rhythm control strategy, preventing progression to permanent atrial arrhythmia.



## Introducción

El término **flúter auricular** se emplea tradicionalmente para designar un patrón electrocardiográfico de taquicardia caracterizado por una oscilación uniforme y continua de la línea de base (ondas F), generalmente a una frecuencia  $\geq 240$  lpm y sin línea isoeletrica en al menos una derivación, reflejo de una despolarización auricular constante y organizada. El término **flúter atípico** se emplea para designar a aquel trazado con oscilación continua de la línea de base que no cumple las características propias del flúter típico, esto es, que no presenta las clásicas ondas F negativas y “en dientes de sierra” en cara inferior y positivas en la derivación V1, con el pico positivo de la onda F en V1 siendo posterior al pico negativo de la onda F en las derivaciones de cara inferior (II, III y aVF)(1); ni del flúter típico reverso, que suele presentar un patrón menos específico de ondas F positivas y anchas en cara inferior y negativas bimodales (en forma de “W”) en V1(1). La denominación flúter atípico tiene un sentido práctico de señalar un probable mecanismo subyacente distinto al de la reentrada en torno al istmo cavo-tricuspídeo (aunque su observación no descarta la participación del mismo en la taquicardia).

El mecanismo electrofisiológico subyacente más habitual del flúter es el de la **taquicardia auricular macrorreentrante**, definida como una taquiarritmia auricular por reentrada en torno a un obstáculo central grande, generalmente de varios centímetros de diámetro en alguna de sus dimensiones. Sin embargo, otros mecanismos electrofisiológicos englobados dentro del concepto de taquicardia auricular focal, como el de la reentrada pequeña, el automatismo anormal o la actividad desencadenada, pueden dar lugar a un patrón electrocardiográfico indistinguible del de la taquicardia auricular macrorreentrante(1).

## Generalidades

### Mecanismo electrofisiológico

En el **flúter atípico de mecanismo macrorreentrante**, la reentrada auricular se establece en torno a un obstáculo diferente al anillo tricuspídeo. Para su aparición es necesaria la presencia de barreras de conducción anatómicas o funcionales en las aurículas que delimiten el circuito, así como zonas de conducción lenta que posibiliten el bloqueo unidireccional (habitualmente propiciado por la aparición de extrasístoles auriculares) y la perpetuación de un frente de onda reentrante (2).

Aunque las posibilidades son infinitas, existen una serie de circuitos principales de presentación más o menos frecuente, que a continuación se detallan (figura 1).

- **Flúteres atípicos macrorreentrantes de aurícula derecha:**
  - *Lower-loop*: el circuito emplea el istmo cavotricuspídeo, como el flúter común, pero lo acorta utilizando un *gap* en la *crista terminalis* (que actuaría como zona de bloqueo funcional en el flúter común), con lo que se obtiene un circuito en torno a la vena cava inferior. Así, este flúter obvia el componente superior de la aurícula derecha del circuito de flúter común.
  - *Upper-loop*: el circuito se establece alrededor de la vena cava superior y *crista terminalis*, empleando un *gap* en la misma para cerrar el circuito y obviando así el componente inferior de la aurícula derecha del circuito de flúter típico.
  - Perivena cava superior: en esta modalidad, más infrecuente que la anterior, el circuito está confinado en la vena cava superior, con activación pasiva del resto de la aurícula.
  - Incisional: en este caso el obstáculo central es una cicatriz de atriotomía previa, siendo frecuentes en pacientes con cardiopatías congénitas corregidas. Además, a menudo coexisten con circuitos de flúter típico estableciendo “circuitos en 8” (circuitos paralelos que comparten elementos en común y se activan de manera simultánea).

- Septal: puede observarse en pacientes con cardiopatía congénita, con defectos del tabique interauricular intervenidos o sin intervenir, o bien en pacientes sin cardiopatía, alrededor de la fosa oval (muy raro).
  - Otros: en pacientes sin antecedentes de cirugía o ablación, la aparición de áreas fibrosas de bajo voltaje en relación con cardiomiopatía o sobrecarga de cavidades derechas y más a menudo localizadas en la pared libre pueden ejercer como obstáculo para el asentamiento de circuitos de flúter atípico.
- **Flúteres atípicos macrorreentrantes de aurícula izquierda:**
    - Perimitral: se trata de un circuito macrorreentrante que gira alrededor del anillo mitral, a menudo delimitado también por áreas de bajo voltaje o escara en la pared auricular. Puede ser de giro horario o antihorario y es más frecuente en pacientes con antecedente de cirugía de sustitución valvular o ablación. También puede observarse en pacientes sin intervenciones previas, en cuyo caso es típico de pacientes añosos, con sobrecarga crónica de cavidades izquierdas y/o cardiomiopatía que favorece la aparición de escaras espontáneas tanto en pared anterior (más frecuentemente) como posterior de la aurícula.

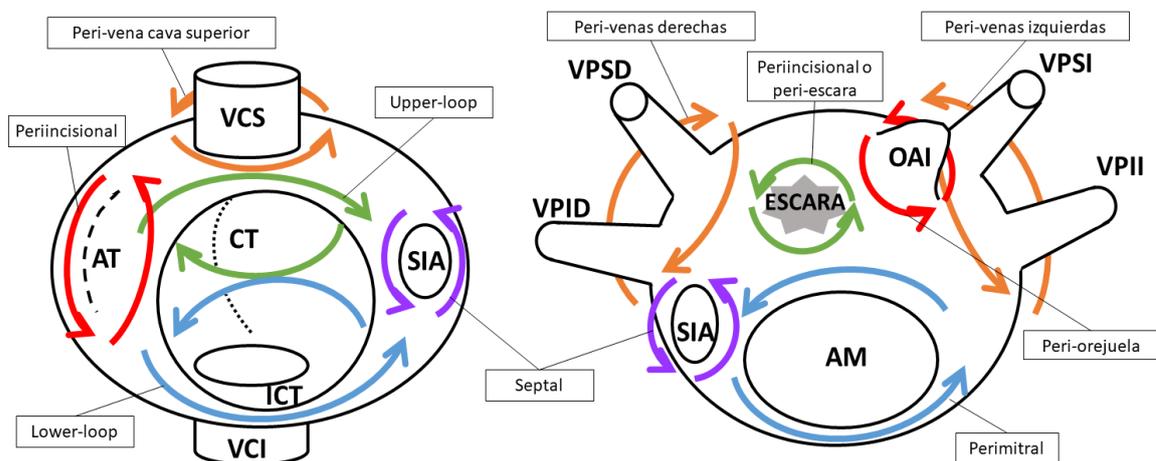


Figura 1. Esquema que representa algunos de los circuitos más habituales de flúter atípico. VCS: Vena cava superior. VCI: Vena cava inferior. AT: atriotomía. SIA: Septo interauricular. ICT: istmo cavotricuspeideo. CT: *crista terminalis*. VPSD: Vena pulmonar superior derecha. VPID: Vena pulmonar inferior derecha. VPSI: Vena pulmonar superior izquierda. VPPI: Vena pulmonar inferior izquierda. OAI: Orejuela de aurícula izquierda. AM: anillo mitral.

- Perivenas pulmonares izquierdas o derechas: a veces llamado “flúter dependiente del techo” por su manejo más habitual mediante la creación de una línea de ablación entre ambas venas pulmonares superiores (techo de la aurícula izquierda). Es frecuente su aparición en pacientes con antecedente de aislamiento de venas pulmonares, y a menudo pueden establecer “circuitos en 8” entre sí o junto al flúter perimitral. Tampoco es infrecuente observar circuitos que involucren una sola vena pulmonar o bien conexiones epicárdicas, como el haz septopulmonar en el caso de las venas pulmonares derechas(3) o la vena de Marshall en el caso de las venas pulmonares izquierdas(4).
- Otros: de manera análoga al flúter incisional derecho, es posible observar macrorreentradas alrededor de cicatrices de atriotomía izquierda, aunque su aparición es más rara dada la menor frecuencia de este abordaje quirúrgico. También es frecuente la aparición de flúteres atípicos o en pacientes con antecedente de ablación quirúrgica de fibrilación auricular, tras un procedimiento de Maze, por *gaps* en las líneas quirúrgicas realizadas. Es posible asimismo observar circuitos en torno a la orejuela izquierda o en torno a parches o defectos del septo interauricular.
- **Flúteres biauriculares:** Los flúteres atípicos biauriculares son una forma muy infrecuente de taquicardia auricular macrorreentrante que precisa de la participación de las dos aurículas, así como de dos puentes interatriales que las conecten. Existen diversos subtipos: los que emplean la mayor parte del anillo mitral y tricuspídeo (figura 2), los que emplean la mayor parte del anillo mitral y sólo el septo derecho y los que emplean fundamentalmente el septo izquierdo y derecho(5). Estos tipos de flúteres son casi exclusivos de pacientes con intervencionismo auricular previo.

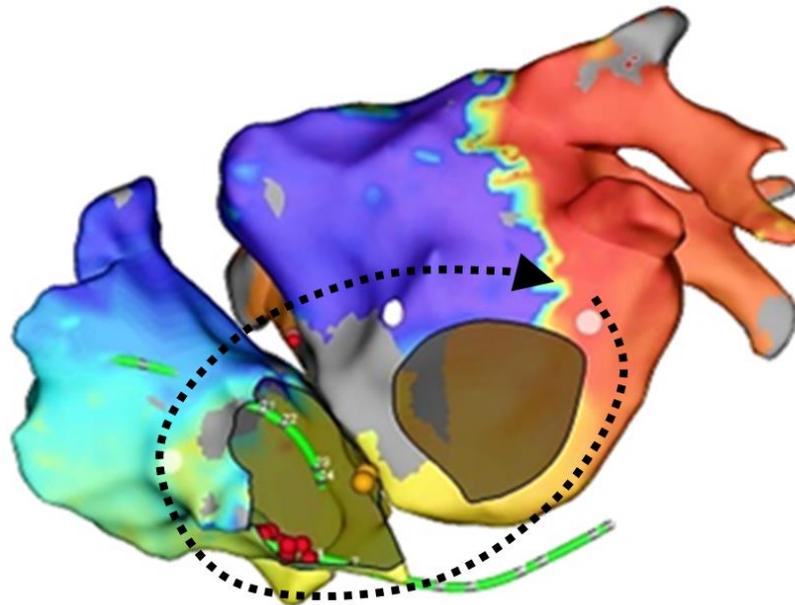


Figura 2. Flúter biauricular en paciente con cardiopatía congénita tipo canal auriculoventricular completo.

El mapa de activación de ambas aurículas en proyección anteroposterior obtenido con el sistema electroanatómico Ensite Precision durante flúter muestra una secuencia compatible con giro horario alrededor de ambas aurículas (desde rojo-naranja hacia azul-morado, pasando por amarillo-verde, siguiendo el código de colores estandarizado, ver más adelante).

### Flúter en figura de 8

La mayoría de los pacientes presentan un único circuito reentrante durante taquicardia. Sin embargo, algunos pacientes pueden presentar dos circuitos macrorreentrantes simultáneos en torno a dos obstáculos centrales anatómicos o funcionales diferentes compartiendo un istmo crítico común, en cuyo caso reciben el nombre de flúter “**en figura de 8**” (figura 3). Si ambos circuitos tienen propiedades similares (tamaño del obstáculo anatómico central, velocidad de conducción del frente de propagación alrededor del obstáculo central, etc.) podremos hablar de una verdadera “figura de 8”. Sin embargo, en ocasiones se establecen relaciones asimétricas entre los brazos del circuito, en las que uno de ellos (el de menor longitud de ciclo) actúa como “brazo activo” de la reentrada, mientras que el otro (el de mayor longitud de ciclo) actúa como “brazo pasivo”(6), en lo que algunos autores denominan “pseudofigura de 8” y que nuestro grupo suele denominar “figura de 6”. Este concepto es relevante para el diagnóstico preciso del circuito, pues el brazo pasivo del flúter en “figura de 6” suele

mostrar ciclos de retorno intermedios o largos durante las maniobras de encarrilamiento, lo que puede conducir a su exclusión como posible sustrato generador de taquicardia y a la elección de una diana de ablación subóptima o a una mala interpretación del resultado de la ablación (si la ablación se centra en el brazo activo del circuito, la finalización de la reentrada alrededor del brazo activo se seguirá de un cambio en la longitud de ciclo de la arritmia y una perpetuación de la taquicardia empleando el brazo previamente pasivo del circuito).

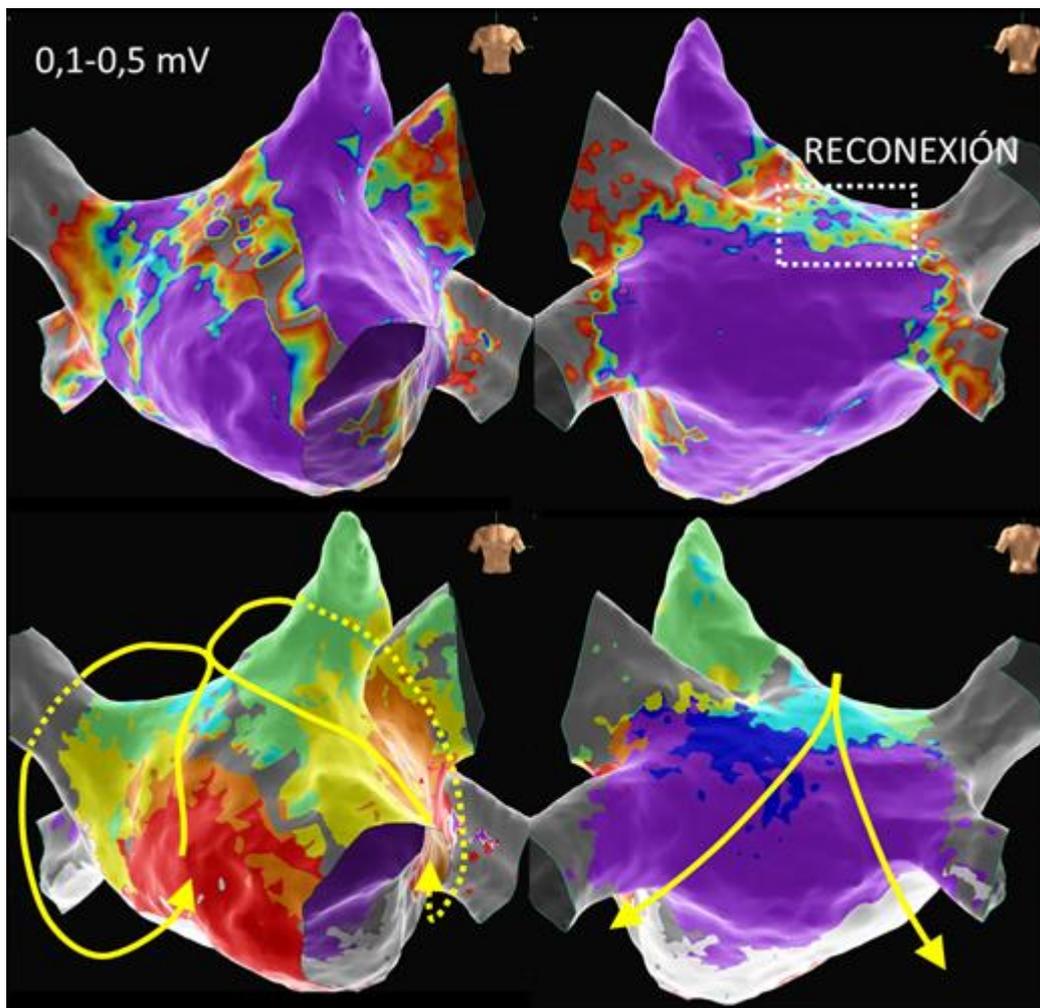


Figura 3. Mapa de aurícula izquierda en proyección anteroposterior (mitad izquierda) y posteroinferior (mitad derecha) realizado con el sistema electroanatómico Ensite X mostrando el voltaje (mitad superior) y la activación (mitad inferior) durante un flúter en figura de 8, compuesto por 2 circuitos simultáneos (perivenas izquierdas y perivenas derechas; puede seguirse la activación con las flechas) que comparten un istmo común, en una región de *gap* sobre una línea de techo previa (marcada como “reconexión” en el mapa de voltaje, nótese la presencia de voltaje más respetado).

## Reentrada pequeña como mecanismo electrofisiológico de flúter atípico

El concepto de flúter atípico no es siempre sinónimo de taquicardia auricular macrorreentrante. Además del más infrecuente mecanismo puramente focal (por automatismo anormal o actividad desencadenada), existe un tipo de flúter atípico en el que el mecanismo subyacente es un circuito de pequeño tamaño (arbitrariamente definido como  $<3$  cm, generalmente  $<2$  cm) sin obstáculo anatómico central, aunque a menudo dependiente de un obstáculo funcional central y/o de la existencia de regiones de conducción marcadamente lenta, denominado **reentrada pequeña** (o microrreentrada por algunos grupos, si bien este término se ha empleado también para denominar a regiones localizadas de actividad eléctrica de alta frecuencia que participan en el mantenimiento de la fibrilación auricular) (7) (figura 4).

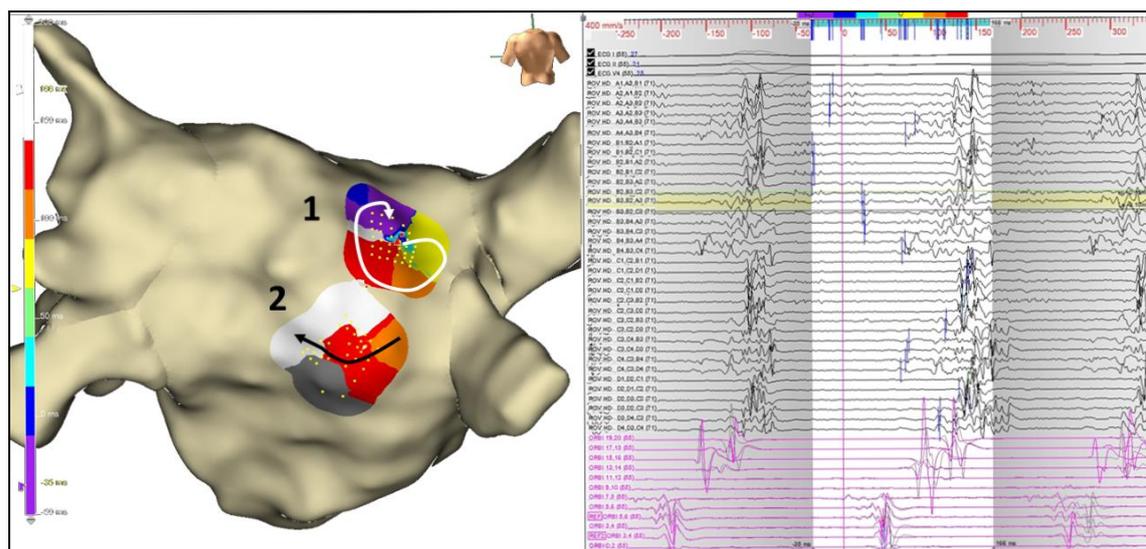


Figura 4. Ejemplo de flúter atípico con origen en una reentrada pequeña. En el panel de la izquierda se observa un mapa electroanatómico incompleto de la pared posterior de la aurícula izquierda: en la región 1 la activación de un solo latido de la taquicardia con un catéter multipolar de alta densidad muestra puntos con activación secuencial a lo largo del ciclo completo de la taquicardia, con un patrón compatible con giro horario en dicha localización; en la región 2 la activación es pasiva, con una dirección septo-lateral (nótese que la barra de colores se ha invertido, siendo más precoz morado-azul y más tardío rojo-blanco). En el panel de la derecha se observan los electrogramas auriculares registrados por el catéter multipolar sobre la región 1: la señal auricular sobre la región ocupa  $>75\%$  del ciclo de la taquicardia en el conjunto de los dipolos, siendo algunas de ellas fragmentadas y de baja amplitud. Un ciclo de retorno  $<30$  ms en la zona y la ablación focal eficaz confirmaron el mecanismo de reentrada pequeña.

Este mecanismo, englobado habitualmente dentro de las taquicardias auriculares focales, posee propiedades electrofisiológicas particulares (8,9):

- El área con ciclo de retorno <30 ms es pequeña (<3 cm), no encontrando ciclos de retorno buenos desde áreas muy distantes entre sí.
- Los electrogramas auriculares en dicha región ocupan clásicamente el 75% de la longitud de ciclo de la taquicardia (figura 5).
- Es posible distinguir una zona de conducción lenta, caracterizada por la presencia de electrogramas fragmentados y de baja amplitud (figura 6).
- La despolarización del resto de las aurículas ocurre pasiva y centrífugamente desde esta región.
- La ablación suele ser eficaz con aplicaciones focales.

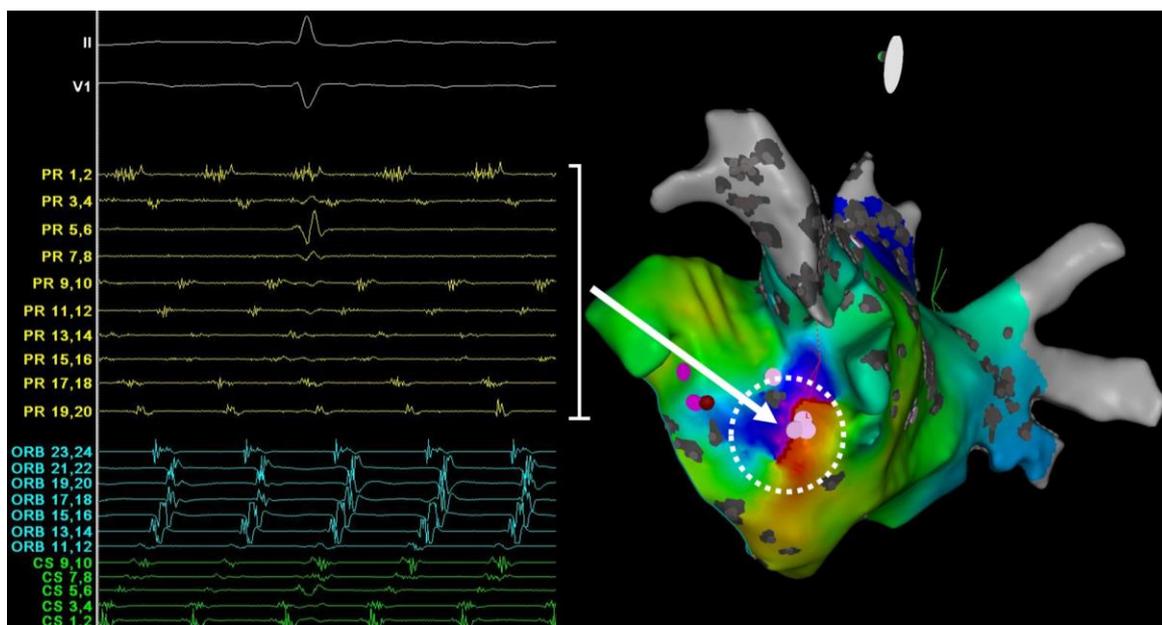


Figura 5. Ejemplo de flúter atípico con origen en una reentrada pequeña asociada a una región de escara, en probable relación con la inserción del ligamento de Marshall. En el panel de la izquierda se observan los electrogramas captados por el catéter de mapeo de alta densidad PentaRay NAV desplegado sobre dicha región, pudiendo apreciarse actividad eléctrica durante todo el ciclo de la taquicardia a lo largo de los diferentes *splines* del catéter. En el panel de la derecha se observa el mapa electroanatómico de activación obtenido con el sistema de navegación Carto3 de la aurícula izquierda en proyección lateral izquierda ligeramente posterior, mostrando en rojo-naranja las zonas de activación precoz y en azul-morado las zonas de activación tardía, todas ellas presentes en una región pequeña, de menos de 3 cm de área, situado entre el anillo mitral lateral y la vena pulmonar inferior izquierda. El resto de la aurícula sufre una despolarización pasiva centrífuga desde esta región (colores amarillo-verde-azul claro).

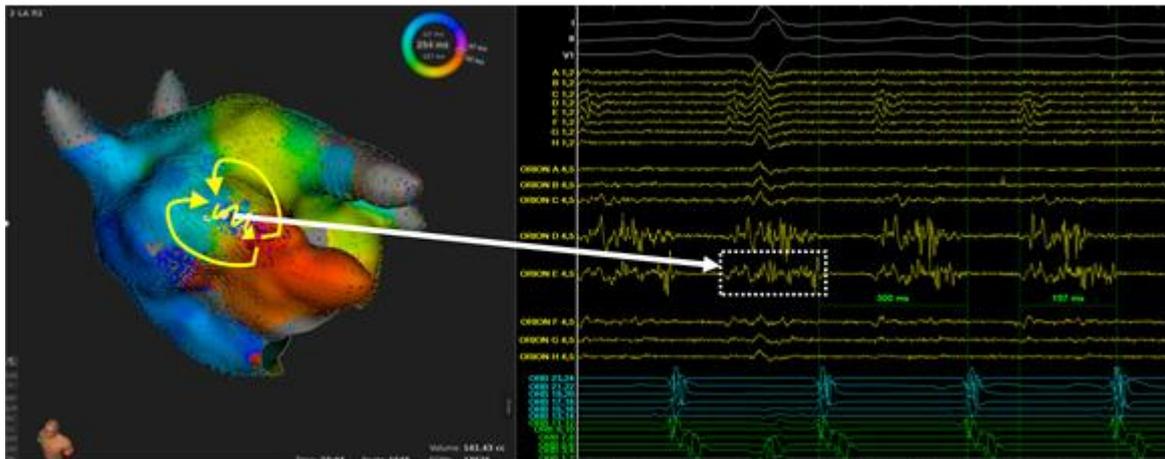


Figura 6. Ejemplo de flúter atípico con origen en una reentrada pequeña asociada a una región de escara en la pared anterior. En el panel de la izquierda se observa un mapa de activación de la aurícula izquierda en proyección oblicua anterior izquierda con ligero cráneo realizado con el sistema electroanatómico Rhythmia, mostrando en rojo-naranjas las zonas de activación más temprana y en azul-rosa las zonas de activación más tardía, todas ellas presentes en una región con área  $<3$  cm, estando las últimas en el interior de un canal que actúa de istmo protegido de una reentrada pequeña en forma de 8. El panel de la derecha muestra los electrogramas captados por el catéter Orion en esta región de istmo, que muestra una señal fragmentada y de baja amplitud, con una duración de 197 ms, correspondiente al 65% de la totalidad de la longitud de ciclo de la taquicardia (300 ms), entre 2 electrodos adyacentes.

## **Epidemiología y aspectos clínicos**

Como su nombre indica, el flúter atípico es una arritmia rara, y su ablación representa únicamente un 4% de los procedimientos realizados en laboratorios de electrofisiología españoles, aunque su prevalencia está aumentando (con un incremento del 28.7% en el último año de acuerdo al registro español (10)) debido a varios motivos: el incremento en el número de procedimientos de ablación auricular (sobre todo para el tratamiento de la fibrilación auricular); el aumento del número de pacientes con cardiopatía congénita reparada y su mayor expectativa de vida; así como por el envejecimiento de la población.

En este sentido, existen 2 escenarios clínicos diferenciados:

- **Formas secundarias:** la aparición de taquicardias auriculares sostenidas es un hallazgo frecuente en pacientes sometidos a procedimientos previos de ablación de fibrilación auricular o a cirugía cardíaca. Estas arritmias suelen articularse en torno a cicatrices o regiones de escara y el mecanismo subyacente más frecuente es el de la macrorreentrada en torno a áreas de bloqueo funcional u obstáculos anatómicos; aunque no en pocas ocasiones puede objetivarse un origen “pseudofocal” (en una reentrada pequeña) o verdaderamente focal. El auge de los procedimientos de ablación percutánea como tratamiento a largo plazo de la fibrilación auricular ha condicionado un aumento importante de la aparición de flúter atípico postablación. Su incidencia es variable entre series y parece depender de la técnica de ablación empleada, oscilando entre el 2-7% cuando la ablación se limita al aislamiento eléctrico de las venas pulmonares pero pudiendo llegar al 20-40% cuando se realizan procedimientos de ablación más extensos, incorporando la ablación de electrogramas auriculares fragmentados complejos (CFAEs o *Complex Fractionated Atrial Electrograms*) o adicionando líneas de ablación (11). La aparición de flúter derecho tras un procedimiento de ablación de fibrilación auricular es más infrecuente, pero puede alcanzar el 15.9% de todos los flúteres postablación de acuerdo a algunas series, siendo la mayoría istmo-dependientes u originándose en vena cava superior (12).
- **Formas primarias:** En una proporción menor aunque significativa de pacientes no existe un antecedente de intervencionismo cardíaco previo y la aparición del flúter se ha relacionado con la presencia de cardiomiopatía auricular, que a su vez puede tratarse de un proceso idiopático, relacionado con una alteración progresiva de las propiedades eléctricas auriculares propia del envejecimiento, con desarrollo de potencial sustrato arritmogénico, o bien secundario a cardiopatías u otras condiciones extracardíacas (como la hipertensión pulmonar) (13). En esta población el mecanismo predominante también es el de la macrorreentrada auricular, generalmente en relación con áreas de bajo voltaje en la pared anterior que delimitan canales de conducción entre sí mismas y el anillo mitral anterior o las venas pulmonares.

Clínicamente, los pacientes suelen presentar síntomas en relación con frecuencias elevadas y pérdida de la sincronía auriculoventricular (como palpitaciones, disnea, dolor torácico o astenia), descompensación de una cardiopatía previa o desarrollo de taquimiocardiopatía. Además, se trata de una cardiopatía embolígena, como la fibrilación auricular o el flúter común (con los que a menudo coexiste).

### **Diagnóstico electrocardiográfico**

El término flúter auricular define un patrón electrocardiográfico de taquicardia caracterizado por una oscilación uniforme y continua de la línea de base (ondas F), generalmente a una frecuencia  $\geq 240$  lpm y sin línea isoeletrica en al menos una derivación. Este patrón debe intentar diferenciarse del de la taquicardia auricular, aunque no siempre es posible. Ésta se caracteriza por la presencia de ondas auriculares bien definidas, separadas por una línea isoeletrica (ondas P') y a una frecuencia habitualmente  $< 240$  lpm (1). Además, dado que el mecanismo más frecuente de flúter es la macrorreentrada, mientras que las taquicardias auriculares focales suelen deberse a automatismo anormal o actividad desencadenada, la aparición de los siguientes hallazgos en un electrocardiograma (ECG) puede orientarnos hacia uno u otro diagnóstico (ver tabla 1).

Tabla 1. Hallazgos electrocardiográficos que orientan hacia un mecanismo macrorreentrante o focal de una taquicardia auricular.

Taquicardia auricular macrorreentrante	Taquicardia auricular focal
Longitud de ciclo estable	Cierta variabilidad de ciclo
Inicio y fin bruscos	Fenómenos de calentamiento/enfriamiento
Comportamiento persistente	Comportamiento paroxístico o incluso incesante
No respuesta a adenosina	Enlentecimiento o terminación con adenosina

La apariencia electrocardiográfica de una taquicardia auricular macrorreentrante dependerá de la localización anatómica del circuito, el sentido de rotación, la influencia de fármacos antiarrítmicos, la existencia de alteraciones concomitantes de la conducción auricular, la participación de un circuito peritricuspídeo o la presencia de bloqueo previo de la conducción a través del istmo cavotricuspídeo (14). La localización exacta del circuito utilizando únicamente el ECG de superficie es prácticamente imposible, pero hay datos que orientan hacia unas u otras localizaciones, lo que resulta útil para informar al paciente acerca de los potenciales riesgos y beneficios de la ablación, así como para planificar adecuadamente el procedimiento.

A la hora de orientar hacia una localización del circuito en aurícula derecha o izquierda, la derivación más útil es V1. La presencia de una onda F negativa profunda en V1, o bien de inicio isoeléctrico o negativo seguido de un componente final positivo, hace más probable un origen en aurícula derecha. En cambio, la presencia de una onda F positiva y ancha en V1 orienta hacia un origen en aurícula izquierda, sobre todo si se acompaña de ondas F positivas en cara inferior o bien de baja amplitud o isoeléctricas en el resto de derivaciones (15) (figura 7).

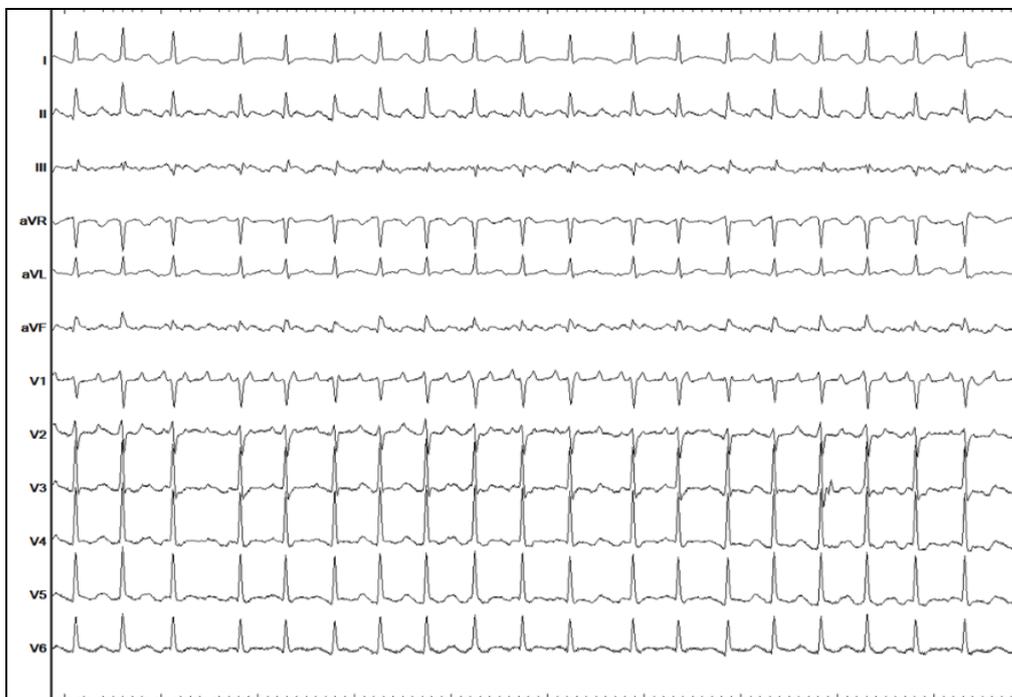


Figura 7. ECG de 12 derivaciones en el que se muestra un flúter atípico con conducción AV variable (2:1 y 3:1), con onda F positiva en V1, isoeléctrica en I y aVL, en un paciente con antecedente de ablación de venas pulmonares e istmo cavotricuspídeo, con diagnóstico final de flúter perivenas derechas.

### Características electrocardiográficas de algunos flúteres de aurícula derecha

- a) Los circuitos localizados en pared libre pueden simular tanto un flúter común como un típico reverso, dependiendo de la dirección predominante de la activación del septo (figura 8).
- b) Los circuitos *lower-loop* suelen presentar un patrón similar al del flúter común, aunque con cierta amortiguación en la pendiente ascendente de la onda F en derivaciones inferiores o V1, debido a la desaparición de la despolarización craneocaudal de la pared libre. Además, la longitud de ciclo suele ser menor debido al menor tamaño del circuito, llegando a ser <200 ms.
- c) Los circuitos *upper-loop*, localizados en la porción alta, suelen imitar electrocardiográficamente al flúter típico reverso, con ondas F positivas en cara inferior dada la activación cráneo-caudal a nivel del septo, en ocasiones con una longitud de ciclo menor (<200 ms). Se ha propuesto un algoritmo basado en la polaridad y la amplitud de la onda F en la derivación I para diferenciar entre el flúter típico reverso y el *upper-loop*, en el que una onda F positiva >0.07 mV orientaría al primero mientras que una onda F positiva de menor amplitud, plana o incluso negativa orientaría al segundo (16).
- d) Los circuitos septales pueden mostrar una onda F isoelectrica o bifásica en V1.



Figura 8. ECG de 12 derivaciones de un flúter incisional horario. Se observa una onda F de inicio negativo seguido de deflexión positiva en V1 y positiva bimodal en derivaciones inferiores, que podría explicarse por la invasión craneocaudal tanto del septo interauricular como de la pared libre auricular desde el vértice superior de la cicatriz de atriotomía en este caso.

### **Características electrocardiográficas de algunos flúteres de aurícula izquierda**

- a) El flúter perimitral suele presentar ondas F positivas en derivaciones inferiores, isoeletricas o negativas en las derivaciones I y aVL (figura 9). Se ha propuesto un algoritmo para tratar de diferenciar entre el flúter perimitral y otras taquicardias auriculares tras ablación de fibrilación auricular, en el que la presencia de una onda F positiva en V1, isoeletrica en al menos un derivación precordial y no negativa o bifásica en ninguna derivación precordial orientaría hacia este tipo de circuito. Debido a la mayor prevalencia de enfermedad auricular, con zonas de conducción lenta, suelen presentar longitudes de ciclo mayores y una mayor proporción de línea isoeletrica entre las ondas de flúter, dificultando el diagnóstico diferencial entre un origen macrorreentrante o focal.
- b) Los flúteres dependientes de techo suelen mostrar ondas F positivas grandes en V1 y V2. Su apariencia en el resto de derivaciones dependerá no tanto de las venas pulmonares alrededor de las cuales ocurra el giro sino de la dirección de activación de las paredes anterior y posterior. Así, los flúteres posteroanteriores (en los que la pared posterior se activa de forma ascendente y la anterior de forma descendente) suelen mostrar ondas F positivas en derivaciones inferiores y negativas en I y aVL, similar al flúter perimitral antihorario; mientras que los flúteres anteroposteriores (en los que la pared anterior se activa de forma ascendente y la posterior de forma descendente) suelen mostrar ondas F negativas en derivaciones inferiores y aplanadas o negativas de V3 a V6 (17).



Figura 9. ECG de 12 derivaciones en el que se muestra un flúter atípico con onda F positiva en V1 y derivaciones inferiores, negativa en I y aVL, así como isoelectrica en V2 y positiva en el resto de derivaciones precordiales, en una paciente con diagnóstico final de flúter perimitral.

### Limitaciones del diagnóstico electrocardiográfico

El análisis del ECG de superficie para tratar de discernir la localización del circuito de flúter presenta importantes limitaciones. Por un lado, el análisis de la morfología de la onda F puede verse entorpecida cuando la conducción auriculoventricular es 1:1 o 2:1, ya que la oscilación puede estar parcial o completamente oculta por el QRS. Por ello, y siempre que sea posible, se debe obtener un ECG de 12 derivaciones en el que la conducción auriculoventricular sea menor (con conducción 3:1 o inferior), bien de forma espontánea, para lo cual puede ser útil obtener tiras de ritmo largas, bien con la administración de bloqueadores del nodo auriculoventricular como la adenosina o ATP (figura 10). Por otro lado, en una proporción significativa de casos las macrorreentradas auriculares aparecen en pacientes con cardiopatía estructural, lo que puede modificar la dirección de propagación del frente de despolarización. Esto es particularmente cierto en pacientes con antecedente de cirugía cardíaca, como aquellos con cardiopatías congénitas, o ablación extensa sobre la aurícula previa, en el que el análisis de la morfología de la onda F no suele resultar de utilidad para la localización del circuito.

A la postre, un mismo circuito de flúter puede tener manifestaciones electrocardiográficas diversas en función del substrato auricular sobre el que asiente y, a la inversa, circuitos auriculares distintos pueden tener una manifestación electrocardiográfica muy similar, lo que limita el empleo del ECG para tratar de discernir la localización o componentes del circuito.



Figura 10. En el panel superior se observa un flúter en el que el análisis de la morfología de la onda F puede verse dificultado por la conducción auriculoventricular 2:1. En el panel inferior se muestra el trazado obtenido tras “abrir la taquicardia” mediante la administración de adenosina intravenosa. Tras esta maniobra se observan ondas F isodifásicas en V1 y positivas en cara inferior. En este caso se trataba de un flúter de origen derecho con un circuito en torno a la vena cava superior.

## Manejo farmacológico

La perpetuación de una taquicardia auricular macrorreentrante requiere que el circuito de la taquicardia sea mayor que el producto de la velocidad de conducción del impulso despolarizante y la duración del período refractario del circuito (el llamado “frente de onda”). La diferencia entre el circuito de la taquicardia y el frente de onda se denomina *gap* excitable, y debe ser positivo para el mantenimiento de la taquicardia. Para terminar la arritmia, es preferible una prolongación del período refractario del circuito de la taquicardia (lo que aumentaría el frente de onda, disminuyendo con ello el *gap* excitable) que un enlentecimiento de la velocidad de conducción (que disminuiría el frente de onda y aumentaría el *gap* excitable). Con este objetivo, se han empleado fármacos antiarrítmicos clase III, como amiodarona, sotalol, dofetilide o ibutilide (siendo estos dos últimos los más efectivos para la terminación aguda). Los fármacos IC resultarían menos efectivos para este cometido, ya que enlentecen la velocidad de conducción, por lo que no se recomienda su uso. En la prevención de episodios, sin embargo, cabe considerar que los episodios suelen estar desencadenados por uno o más extrasístoles auriculares, prevenibles con fármacos antiarrítmicos clase IA (procainamida o quinidina), IC (flecainida o propafenona), betabloqueantes, calcioantagonistas o amiodarona.

A la hora de escoger una terapia farmacológica, deberán tenerse en cuenta los posibles efectos secundarios del tratamiento, especialmente frecuentes con amiodarona, o la posibilidad de aumentar la longitud de ciclo de la taquicardia con fármacos IC, resultando en una conducción auriculoventricular 1:1 y una frecuencia ventricular rápida. Por esto último, cuando se administran fármacos IC en pacientes con flúter documentado, se debe asociar un frenador del nodo auriculoventricular.

En pacientes con flúter atípico persistente en los que no se desea la ablación o ésta no resulta factible, pueden emplearse fármacos betabloqueantes o calcioantagonistas (estos últimos en ausencia de fracción de eyección del ventrículo izquierdo reducida) para control de la frecuencia cardíaca.

## **Indicaciones de ablación**

De acuerdo a las últimas guías de manejo de pacientes con taquicardia supraventricular de la Sociedad Europea de Cardiología (18), la ablación con catéter del flúter atípico estaría indicada en las siguientes situaciones:

- Pacientes con episodios recurrentes y sintomáticos de flúter paroxístico, con una recomendación clase I y nivel de evidencia B.
- Pacientes con flúter persistente o que desarrollen taquimiocardiopatía en este contexto, con una recomendación clase I y nivel de evidencia B.

Se recomienda que este tipo de ablaciones, por su complejidad, sean realizadas en centros experimentados. Por otro lado, si el paciente no es candidato a ablación y presenta flúter persistente y sintomático con frecuencia ventricular elevada a pesar de fármacos frenadores y/o antiarrítmicos, está indicado el implante de marcapasos y ablación de la conducción nodal, con una recomendación clase IIa y nivel de evidencia C.

## Estudio electrofisiológico y mapeo electroanatómico

### Planificación del procedimiento

Para lograr un abordaje exitoso de la arritmia responsable del flúter atípico es importante realizar una preparación cuidadosa del procedimiento.

En primer lugar, será imprescindible recoger pormenorizadamente la información clínica disponible acerca de la presencia de cardiopatía estructural o congénita, intervenciones quirúrgicas previas o procedimientos anteriores de ablación, en particular acerca de las localizaciones tratadas, las aplicaciones focales o líneas de ablación realizadas y si se logró la terminación y/o el bloqueo bidireccional de la conducción.

Es recomendable que la programación de la actividad en el laboratorio prevea una duración prolongada del caso, dada su complejidad. Asimismo, se debería considerar el empleo de anestesia general durante el procedimiento si existe disponibilidad en el centro, dado que se requiere la inmovilidad del paciente en todo momento para el mapeo con sistemas de navegación (19).

Es importante contar con el ECG de 12 derivaciones de la taquicardia clínica del paciente, ya que es posible que el paciente llegue al laboratorio de electrofisiología en ritmo sinusal o con otra taquicardia diferente (con otro circuito de flúter o en fibrilación auricular); ello permitirá conocer si cualquier flúter inducido o que aparezca espontáneamente durante el procedimiento coincide con el flúter clínico.

Actualmente, el uso de sistemas de navegación electroanatómica debería considerarse prácticamente obligatorio. Asimismo, es muy recomendable el uso de catéteres multipolares de referencia colocados tanto en aurícula derecha como aurícula izquierda a través del seno coronario (puede ser un mismo catéter de  $\geq 20$  polos), para visualizar de manera rápida y precisa cambios de secuencia de activación que avisen de modificaciones del circuito del flúter (figura 11). Para realizar el mapeo de la taquicardia, se debería considerar el uso de catéteres de alta densidad, y para realizar la ablación el empleo de catéteres irrigados con sensor de fuerza de contacto si se dispone de ellos.

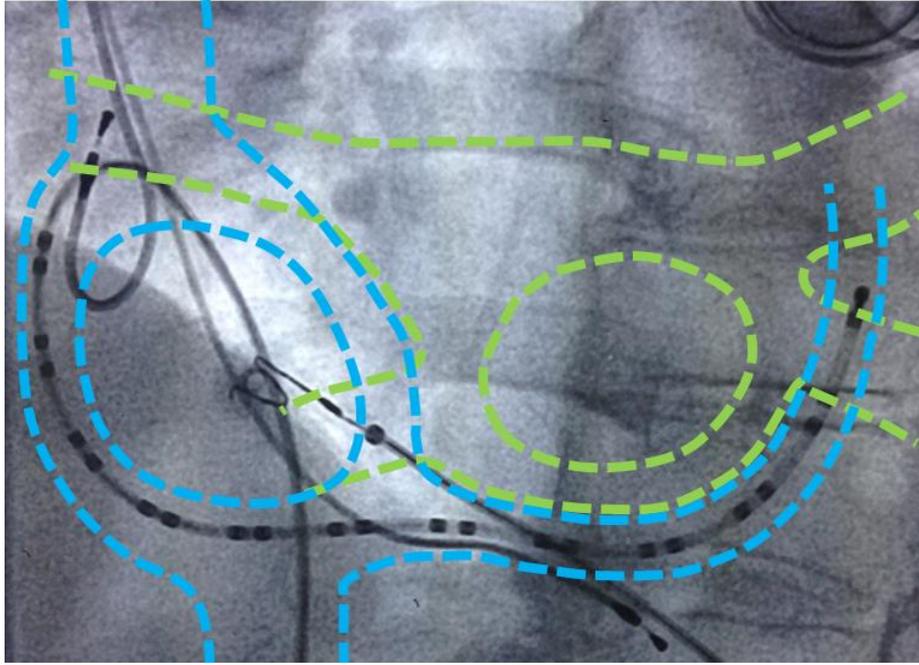


Figura 11. Imagen de escopia en proyección oblicua anterior izquierda en la que se observa un catéter de 24 polos colocado alrededor del anillo tricúspide y mitral a través del seno coronario. El empleo de este catéter como referencia permite analizar la secuencia de activación en torno a ambos anillos auriculoventriculares, realizar maniobras de encarrilamiento desde ambas aurículas y detectar fácilmente cambios sutiles en la secuencia de activación durante el mapeo o la ablación.

### **Diagnóstico del mecanismo electrofisiológico**

El primer paso para el correcto abordaje de un paciente remitido al laboratorio de electrofisiología por una taquicardia auricular debería ser el diagnóstico del mecanismo electrofisiológico subyacente. Para ello, podrán tomarse en consideración los siguientes hallazgos o maniobras sencillas:

- **Respuesta a adenosina/ATP:** la sensibilidad de la taquicardia a la administración de adenosina confirma un mecanismo focal por actividad desencadenada (si termina) o por automatismo anormal (si aparecen enlentecimiento o supresión transitoria), mientras que la ausencia de respuesta orientaría a un origen reentrante, tanto en un circuito grande (macrorreentrada) como pequeño (reentrada pequeña).
- **Estabilidad de la longitud de ciclo:** el hallazgo de una variabilidad en la longitud de ciclo  $>15\%$  orienta hacia un origen focal, mientras que una variabilidad  $<15\%$  no descartaría *a priori* la posibilidad de un origen tanto reentrante como focal (9).

- **Terminación y reinducción con estimulación auricular programada:** la posibilidad de terminar o reinducir la arritmia de forma reproducible mediante estimulación con trenes y/o extraestímulos orienta hacia un mecanismo reentrante.
- **Encarrilamiento desde puntos distantes:** las maniobras de encarrilamiento permiten realizar una estimación de la distancia entre el punto de estimulación y el circuito de la taquicardia mediante el cálculo del ciclo de retorno (CR), resultado de restar la longitud de ciclo de la taquicardia al intervalo estimulación, considerando como punto próximo o perteneciente al circuito aquel con un CR <30 ms. Así, la demostración de CR corto (<30 ms) en puntos auriculares distantes entre sí confirmaría un origen macrorreentrante.
- **Encarrilamiento con fusión:** Para la demostración definitiva e irrevocable del carácter reentrante de la taquicardia y de acuerdo con los preceptos propuestos por Waldo (20), es preciso demostrar el encarrilamiento transitorio de la taquicardia con aparición de fusión constante y progresiva. Mediante estimulación auricular programada desde una región auricular fuera del circuito a una frecuencia superior a la del flúter debe lograrse activación transitoria del circuito a la frecuencia de estimulación (debido al *reset* continuado del circuito por la estimulación rápida) con aparición de complejos de fusión (debido a la captura desde dos frentes de onda, uno ortodrómico en el sentido de giro del flúter y otro antidrómico en el sentido contrario). El grado de fusión puede valorarse por la modificación de la morfología de la onda F en el ECG (fusión ECG), lo cual suele ser difícil, o bien por la modificación de la secuencia de activación en los registros endocárdicos (fusión local), más sencilla de visualizar. Sin embargo, y de acuerdo con Waldo, es preciso demostrar que con cada ciclo de estimulación a frecuencias crecientes el grado de fusión es constante e incremental, lo que obliga a estimular con longitudes de ciclo progresivamente más rápidas, con el riesgo de terminar o modificar la taquicardia, lo que limita su aplicabilidad. Por ello, se ha propuesto la posibilidad de demostrar el carácter reentrante mediante la estimulación a una sola longitud de ciclo ligeramente menor que la de la taquicardia desde un catéter multipolar, con una estrategia basada en el concepto de “estimulación a favor de corriente” (21), mediante la cual, si la estimulación desde un dipolo en el que la activación ocurre más tarde que desde un

dipolo adyacente logra la aceleración transitoria de la taquicardia con fusión local con un intervalo estimulación medido al dipolo adyacente de >75% del ciclo de la taquicardia, la captura del mismo sólo ha podido ocurrir fundamentalmente a través un frente de activación ortodrómico, elemento propio y exclusivo de las taquicardias reentrantes (figura 12).

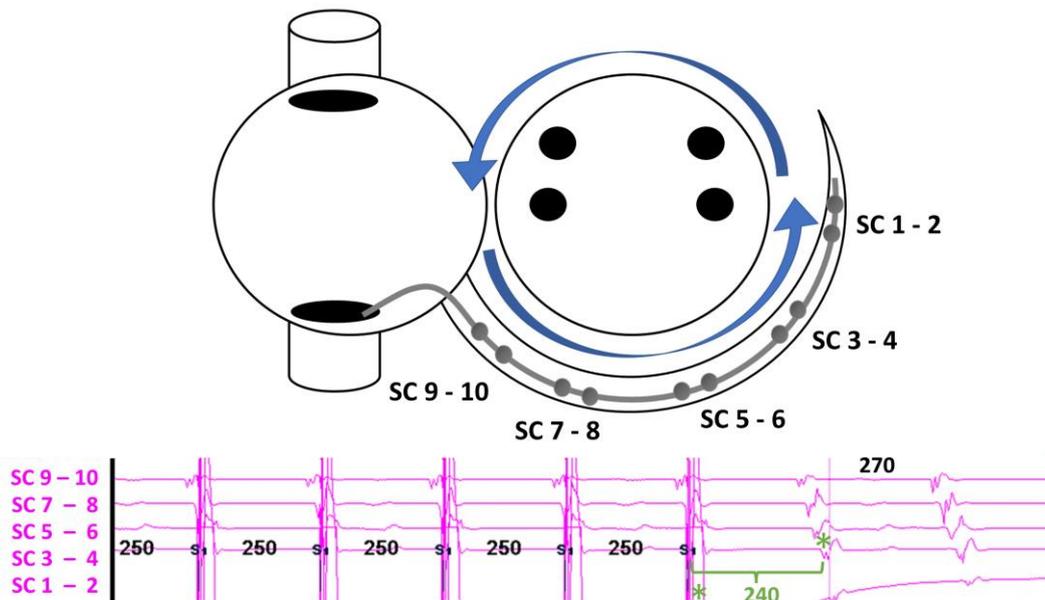


Figura 12. Diagrama en el que se muestra una maniobra de encarrilamiento desde seno coronario distal (SC 1-2) en una taquicardia auricular con sospecha de mecanismo reentrante. La estimulación a una sola longitud de ciclo (250 ms), ligeramente menor a la longitud de ciclo de la taquicardia (270 ms), provoca aceleración transitoria de la taquicardia (encarrilamiento) con fusión local (durante estimulación el dipolo distal es activado antes que inmediatamente adyacente (SC 3-4)), y una distancia estimulación entre el dipolo de estimulación y el inmediatamente adyacente (separados por apenas unos milímetros) de >75% de la longitud de ciclo de la taquicardia (240 ms), lo que difícilmente se explicaría si no fuera por captura fundamentalmente ortodrómica del mismo en el seno de una taquicardia macrorreentrante. SC: seno coronario.

## **Diagnóstico de la localización**

La identificación rápida del origen derecho o izquierdo de la taquicardia permite agilizar el procedimiento enfocando los procedimientos de mapeo electroanatómico, a menudo extensos, en la cámara de interés. Para ello, existen 2 maniobras fundamentales:

- **Análisis de la secuencia de activación en el seno coronario.** La colocación de un catéter multipolar en el seno coronario y el análisis de la secuencia de activación auricular permite distinguir entre 4 secuencias básicas (22) que orientan a diferentes circuitos, si bien son poco específicas: una secuencia concéntrica (en la que el dipolo proximal es el primero en activarse y el dipolo distal el último) orientaría a flúter derecho o flúter perimitral de giro antihorario; una secuencia reversa (en la que la activación es de distal a proximal) orientaría a un flúter perimitral de giro horario; una secuencia en horquilla o “abre paréntesis” (en la que la activación más precoz ocurre en los dipolos intermedios y la más tardía en los dipolos proximal y distal simultáneamente) y una secuencia en horquilla invertida o “cierra paréntesis” (en la que la activación más precoz ocurre simultáneamente en los dipolos proximal y distal y la más tardía en los dipolos intermedios) orientarían a flúter dependiente del techo, dependiendo la secuencia en horquilla o en horquilla invertida de la activación cráneo-caudal o caudo-craneal de la pared posterior auricular. Todas estas secuencias pueden también aparecer en pacientes con taquicardias de origen “pseudofocal” (reentrada pequeña) o puramente focal, en función de la localización anatómica del foco. La inserción de catéteres diagnósticos de múltiples polos en torno a ambos anillos valvulares simultáneamente permite distinguir con mayor facilidad el flúter derecho del izquierdo en aquellos casos con activación concéntrica del seno coronario (figura 13), así como la identificación y mejor caracterización de los flúteres biauriculares.

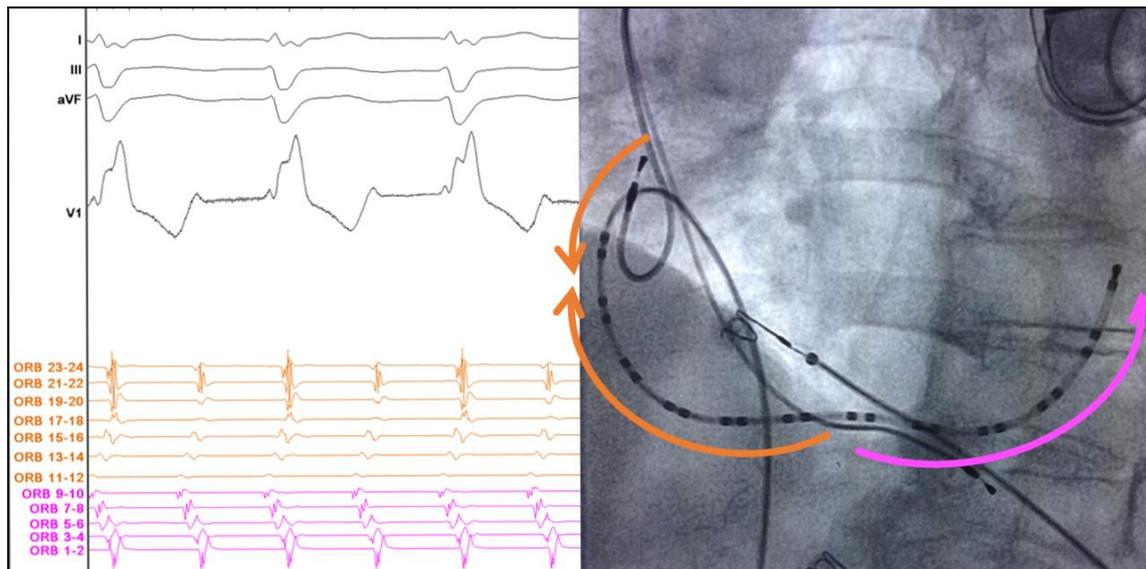


Figura 13. El empleo de catéteres de múltiples polos en torno a ambos anillos valvulares permite diferenciar entre un posible origen derecho o izquierdo en aquellas taquicardias que muestran una secuencia concéntrica en seno coronario. En este caso, la activación muestra una mayor precocidad a nivel septal, tanto en aurícula derecha (en naranja) como izquierda (en rosa), con activación simultánea a nivel de los dipolos más proximales de la aurícula derecha, compatible con activación pasiva de aurícula derecha lateral alta desde un frente de activación opuesto, lo que descarta que se trate de un flúter típico y hace probable un origen perimitral antihorario.

- **Encarrilamiento selectivo.** La realización de un número limitado de maniobras de encarrilamiento desde puntos estratégicos accesibles desde la aurícula derecha, como la orejuela o la pared lateral, y desde el seno coronario, puede ayudar a orientar el origen más probable de la taquicardia, evitando la realización de un número innecesariamente mayor de maniobras (con el riesgo inherente de terminación de la taquicardia, degeneración en fibrilación auricular o cambio en la secuencia de activación) y permitiendo una mejor planificación de la necesidad de abordaje transeptal y de la estrategia de mapeo de la cámara implicada. El encarrilamiento único desde la orejuela de la aurícula derecha (maniobra que puede realizarse incluso fuera del laboratorio de electrofisiología si el paciente es portador de un dispositivo de estimulación cardíaca con un electrodo de estimulación posicionado en tal localización) con un CR >100 ms permite diagnosticar el origen izquierdo de la taquicardia con una sensibilidad del 81% y una especificidad del 100% (23).

Un algoritmo basado en la realización de maniobras de encarrilamiento secuencial, comenzando por la aurícula derecha alta, seguido del seno coronario proximal y seno coronario distal permite la correcta localización del origen de la taquicardia con un valor predictivo positivo de 96% (figuras 14 y 15) (24).

Si las maniobras de encarrilamiento desde las regiones habituales resultan inconcluyentes, puede ser de utilidad el encarrilamiento desde las arterias pulmonares, dado que su localización anatómica permite explorar la región alta de la aurícula izquierda inaccesible desde el seno coronario, sin necesidad de un abordaje transeptal (25).

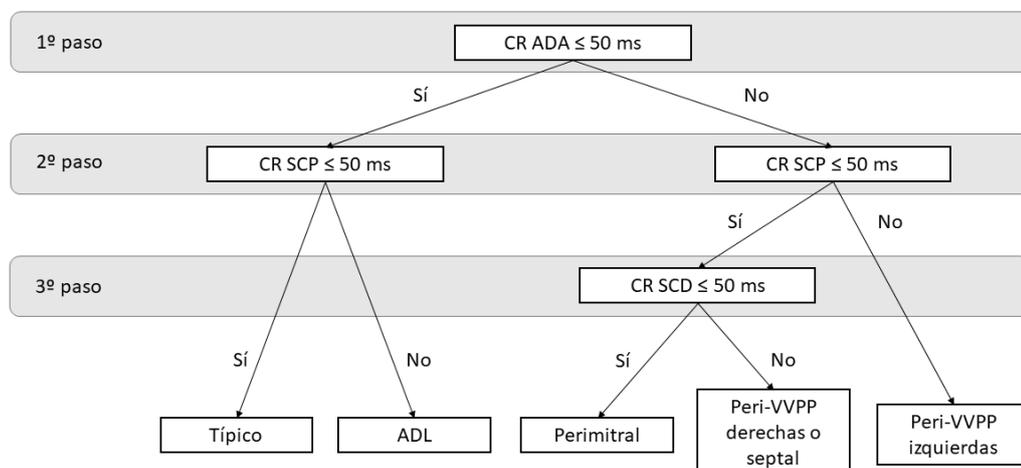


Figura 14. Algoritmo basado en la realización de maniobras de encarrilamiento secuencial (adaptado de Miyazaki *et al*) (24). CR: ciclo de retorno. ADA: aurícula derecha alta. SCP: seno coronario proximal. SCD: seno coronario distal. ADL: aurícula derecha lateral. VVPP: venas pulmonares.

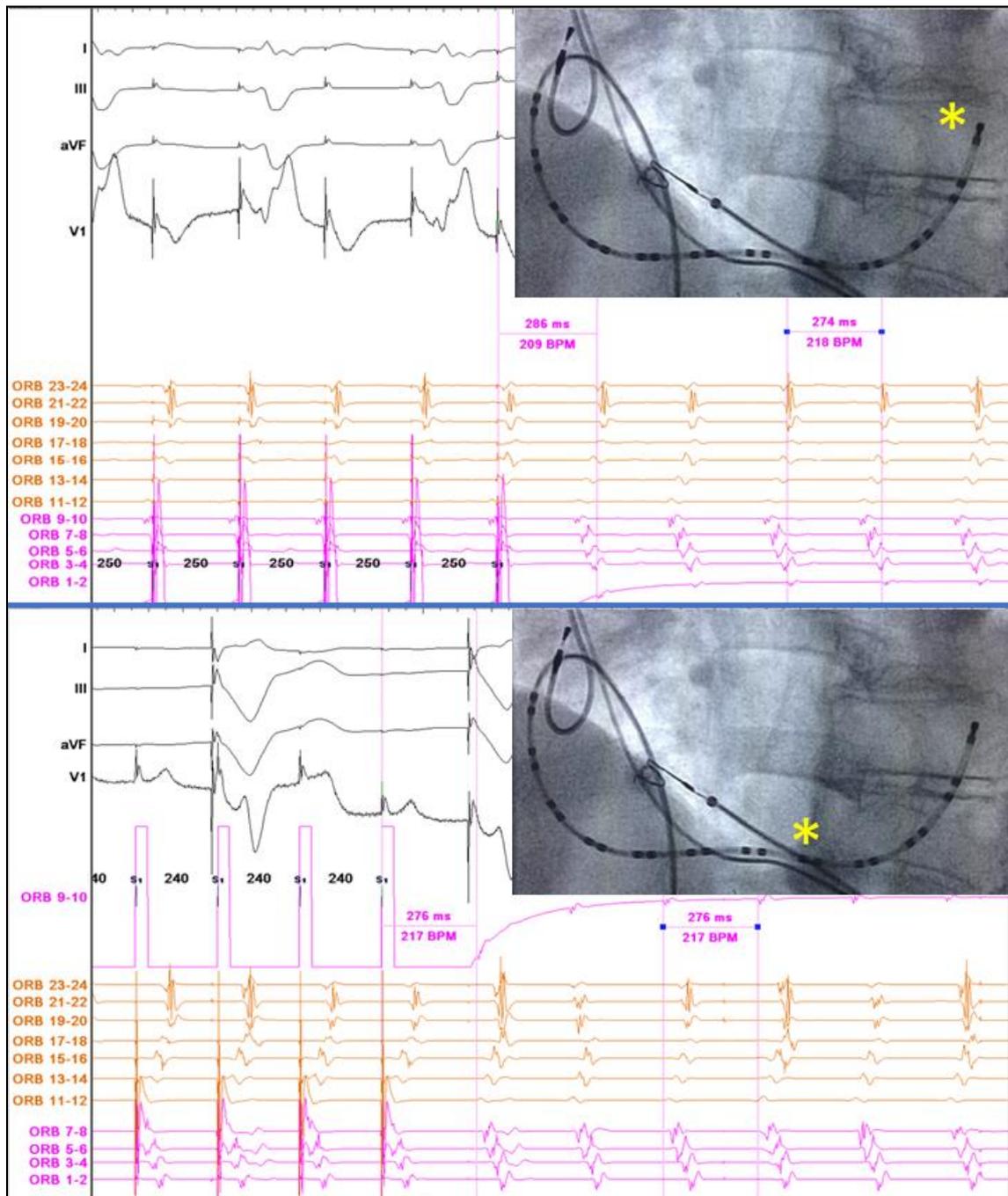


Figura 15. El encarrilamiento selectivo desde seno coronario distal con ciclo de retorno de 14 ms (panel superior) y desde seno coronario proximal con ciclo de retorno 0 ms (panel inferior) permitió un diagnóstico de aproximación de flúter perimitral antihorario.

## **Diagnóstico preciso del circuito de la taquicardia**

La caracterización pormenorizada del circuito involucrado en la arritmia facilita llevar a cabo un tratamiento eficaz de la misma, ayudando a esclarecer el mejor método de administración de energía (lineal o focal) para lograr la terminación de la taquicardia con el menor número de lesiones.

Existen varios métodos para la definición del circuito que aportan información complementaria:

### **Cartografía de sustrato**

Esta técnica se fundamenta en la caracterización del tejido miocárdico auricular para tratar de identificar las áreas patológicas que delimitan el circuito, bien actuando como obstáculo central alrededor del cual pivota la activación, bien actuando como regiones con bloqueo funcional o conducción lenta que facilitan la reentrada. Estas áreas patológicas corresponden con regiones de cicatriz auricular de origen iatrogénico (procedimientos de ablación o quirúrgicos previos) o primario (por atropatía auricular).

Para su identificación existen 2 criterios electrofisiológicos fundamentales: la presencia de electrogramas auriculares de muy bajo voltaje (o ausencia total de los mismos) y la imposibilidad de producir captura local en casos de escara densa.

Los sistemas de mapeo electroanatómico permiten superponer la información de la amplitud del electrograma auricular bipolar a la información tridimensional anatómica, obteniendo así mapas que permiten la identificación rápida de las áreas con menor voltaje mediante una escala de colores (gris para representar la ausencia total de actividad eléctrica y por tanto presencia de escara densa y morado para representar voltajes conservados y por tanto la presencia de tejido auricular sano, con el resto de colores del espectro visible mostrando las regiones con voltajes intermedios, figura 16).

El problema principal de la cartografía de sustrato reside en establecer un punto de corte fiable para considerar como patológico un determinado voltaje, dado que éste puede verse modificado por varios factores independientes del sustrato anatómico, como son la dirección de propagación del frente de activación, el tamaño e interespaciado de los electrodos de registro, el contacto tisular y el filtrado de la señal

En pacientes sometidos a ablación previa de fibrilación auricular remitidos para nueva ablación en los que se emplearon catéteres con sensor de fuerza de contacto para la definición de áreas de cicatriz auricular, un voltaje de  $<0.2$  mV en el antro venoso pulmonar y de  $<0.45$  mV en cualquier otra región auricular durante ritmo sinusal permitió una correcta identificación de regiones de escara o reconexión, con una adecuada correlación con las áreas de cicatriz identificadas mediante resonancia magnética (26). Sin embargo, estos hallazgos podrían no ser extrapolables a otras situaciones o poblaciones, pues se han observado voltajes menores durante el mapeo en fibrilación auricular (en lugar de ritmo sinusal), y además estas diferencias regionales parecen no estar presentes en individuos sin antecedente de fibrilación auricular (27).

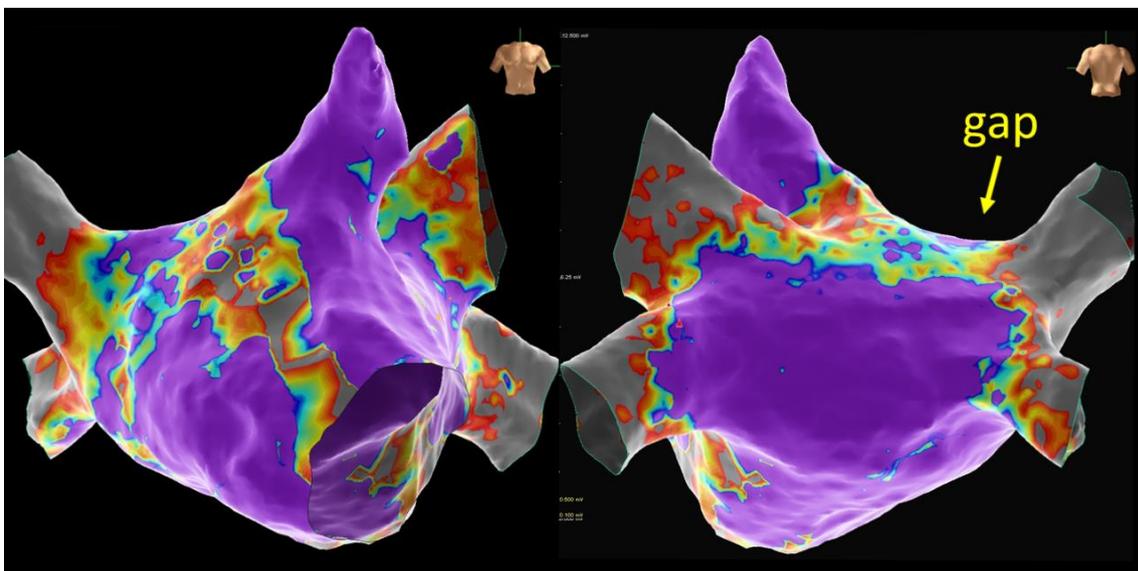


Figura 16. Mapa de sustrato en proyección anteroposterior (izquierda) y posteroanterior (derecha) de un paciente con fibrilación auricular y varios circuitos de flúter atípico tratados mediante aislamiento de venas pulmonares, línea de techo (desde vena pulmonar superior derecha a vena pulmonar superior izquierda) y línea anterior mitral modificada (desde anillo mitral anterior a la línea de techo, “en T”). El mapa muestra en morado las regiones con miocardio auricular sano; en gris las regiones de cicatriz densa, correspondientes a las venas pulmonares (correctamente aisladas) y a la línea mitral anterior (que mostraba adecuado bloqueo bidireccional de la conducción a su través); y en el resto de colores (del rojo al azul) las regiones con voltajes intermedios. Nótese como la línea de techo no muestra áreas de escara densa y que la región de bajos voltajes hacia la vertiente más septal de esa línea (hacia la vena pulmonar superior derecha) es menos gruesa, lo que finalmente resultó ser un *gap* en la línea que permitía la instauración de un flúter perivenas pulmonares.

Por otro lado, la tecnología empleada para el mapeo también influye en la caracterización del sustrato. Así, estudios comparativos realizados con tecnología de mapeo de alta densidad con catéter multielectrodo han mostrado una mala correlación entre la cicatriz auricular determinada con esta tecnología en comparación con el mapeo punto a punto con catéteres de ablación con sensor de fuerza de contacto. Sin embargo, se han empleado similares umbrales para definir la presencia de “cicatriz densa” ( $\leq 0.2$  mV) o “tejido auricular enfermo” ( $\leq 0.5$  mV) (28), aunque con una utilidad más predictiva (de correlación entre la carga de enfermedad auricular y progresión de fibrilación auricular) que pragmática. En general, los estudios más recientes que emplean tecnología de mapeo de alta densidad con catéteres multielectrodo dedicados suelen emplear  $< 0.05$  mV como punto de corte para cicatriz densa, dado que dicha cifra se situaría en el límite considerado como ruido eléctrico de los sistemas de registro de los navegadores electroanatómicos, y  $< 0.5$  mV como punto de corte para definir bajo voltaje, sin que exista un correlato anatomopatológico bien establecido. De hecho, las cicatrices transmurales de atriotomía pueden pasar desapercibidas para los sistemas de mapeo electroanatómico empleando estos puntos de corte más exigentes (figura 17), probablemente debido a su particular configuración (incisión quirúrgica que respeta la vitalidad del tejido auricular adyacente); por ello, siempre es interesante completar la información del mapeo de voltaje con la obtenida a través del análisis de señales (dobles electrogramas), mapeo de activación (áreas con bloqueo de la conducción), etc.

La identificación de las regiones de cicatriz mediante la observación de ausencia de captura local es un método más específico que sin embargo ofrece múltiples limitaciones, como la infraestimación por captura a distancia de tejido sano que bordea la cicatriz si se emplean energías altas, o la posibilidad de interrupción o cambio de secuencia de la taquicardia.

Finalmente, algunos grupos recurren también a la correlación con información anatómica obtenida a través de técnicas de imagen cardíaca complementarias, como la resonancia magnética (29,30), que identificaría las regiones de escara mediante las secuencias de realce tardío, con una aceptable correlación entre la intensidad de la señal y el voltaje bipolar. Sin embargo, las técnicas convencionales de resonancia actualmente disponibles en la práctica clínica a menudo resultan insuficientes para una

caracterización precisa de las regiones de cicatriz e incluso los resultados obtenidos con el empleo de tecnología y software de uso experimental son discrepantes, probablemente en relación con limitaciones inherentes de la técnica que se han relacionado con la disposición preferiblemente intersticial o perivascular de la fibrosis auricular en comparación con la fibrosis observada en el miocardio ventricular.

La identificación de las áreas de cicatriz auricular no sólo resulta útil para comprender la localización del circuito de la taquicardia, sino también para encontrar las regiones cuyas propiedades electrofisiológicas concretas intervienen en la aparición y mantenimiento de la arritmia, ya que es en el interior de la cicatriz o alrededor de la misma donde se encuentran habitualmente las zonas de conducción lenta, representadas como potenciales tardíos durante ritmo sinusal (figura 18) o como regiones con fragmentación, necesarias para la reentrada (figura 19).

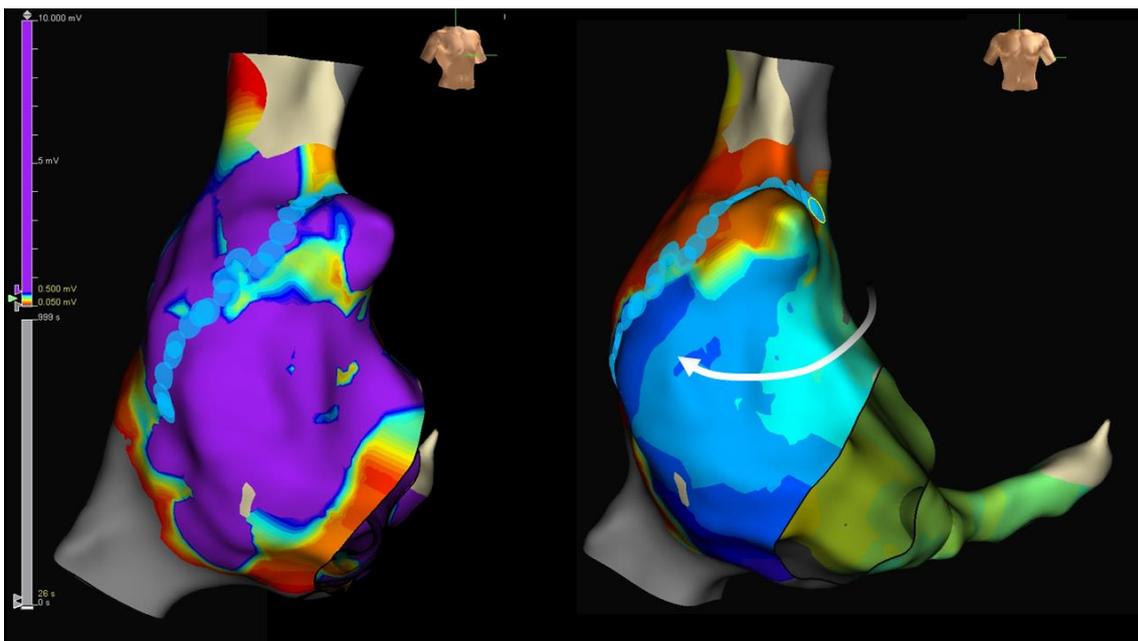


Figura 17. A la izquierda se muestra un mapa de voltaje de aurícula derecha en proyección oblicua anterior derecha de un paciente con antecedente de atriotomía, con un umbral de voltaje de 0.05 mV para cicatriz densa y 0.5 mV para bajo voltaje; a la derecha se muestra un mapa de activación de la misma cámara en ritmo sinusal en proyección anteroposterior. En este caso, la cicatriz de atriotomía no pudo ser identificada en toda su longitud únicamente mediante la estrategia de mapeo de voltaje, siendo necesaria la información extraída del análisis de señales (las marcas azules señalan la presencia de dobles electrogramas) y la confirmación de bloqueo de la conducción a través de la línea de dobles potenciales previamente delimitada, correspondiente a la cicatriz de atriotomía.

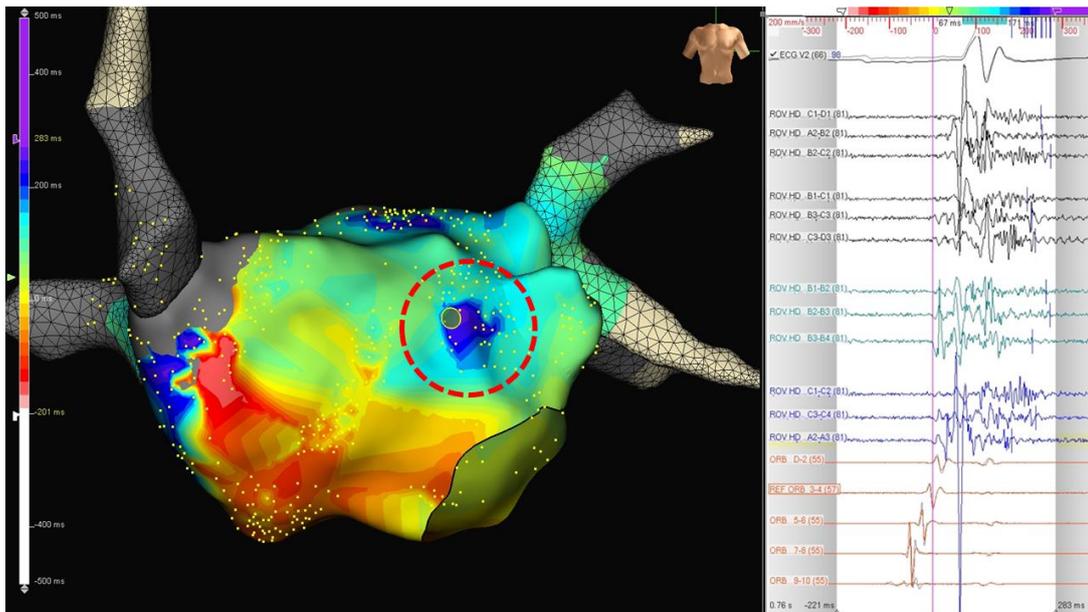


Figura 18. En el panel de la izquierda se muestra un mapa de activación de aurícula izquierda realizado en ritmo sinusal, en un paciente remitido por flúter auricular probablemente izquierdo. El mapa muestra una invasión de la cámara desde el septo (en rojo) hacia lateral con una región discreta de activación muy tardía (en azul marino) en la cara anterior, coincidiendo con una pequeña escara espontánea (círculo punteado). El panel de la derecha muestra la presencia de potenciales “tardíos”, pues ocurren más allá de la despolarización auricular, y fragmentados en dicha localización.

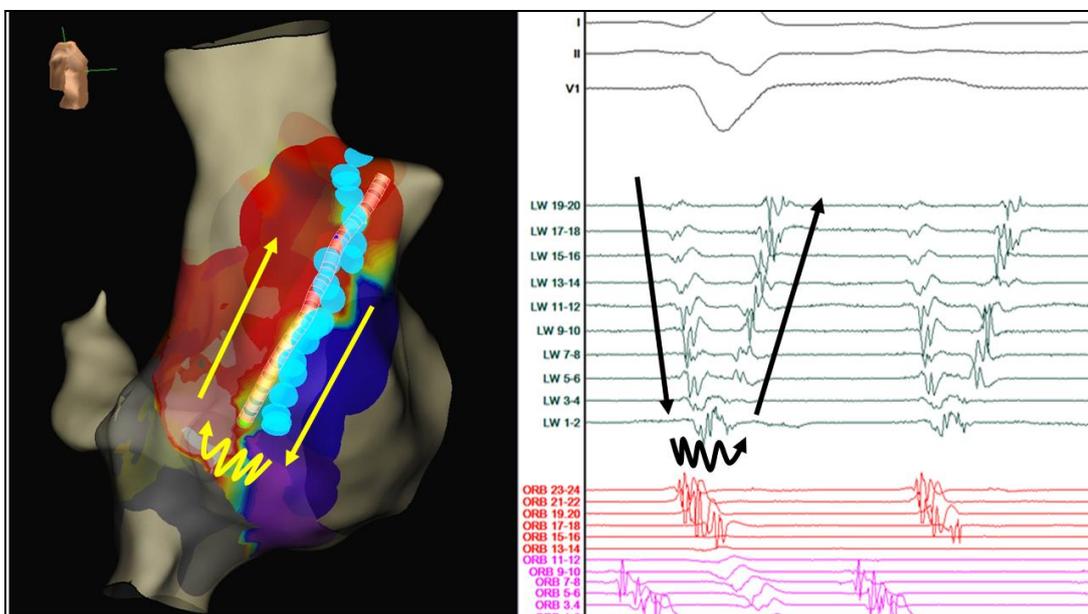


Figura 19. En el panel de la izquierda se muestra el mapa de activación de aurícula derecha en proyección lateral derecha de una paciente con flúter incisional de giro horario. La colocación de un catéter lineal multipolar a lo largo de la cicatriz, con su extremo distal en el vértice más caudal de la misma, permitió identificar la ausencia de dobles potenciales a ese nivel y la presencia de actividad eléctrica fragmentada en dicha región, responsable del mantenimiento de la arritmia.

## Cartografía de activación

Consiste en la anotación de los tiempos de activación de los electrogramas auriculares locales respecto de una señal endocavitaria o externa considerada de referencia y la superposición de esta información con la anatomía tridimensional para la obtención de mapas en los que muestra la secuencia de activación de acuerdo a un código de colores (que por convención se ha establecido como blanco/rojo para las regiones de activación precoz y violeta para las más tardías, pasando por el resto del espectro de la luz visible) (figura 20). Hoy en día es la técnica más empleada para el estudio detallado del circuito de la taquicardia. El registro de las señales puede realizarse secuencialmente empleando catéteres convencionales, o bien simultáneamente empleando catéteres multielectrodo, y los tiempos de activación pueden determinarse manualmente o bien de forma automática mediante el empleo de sistemas automatizados.

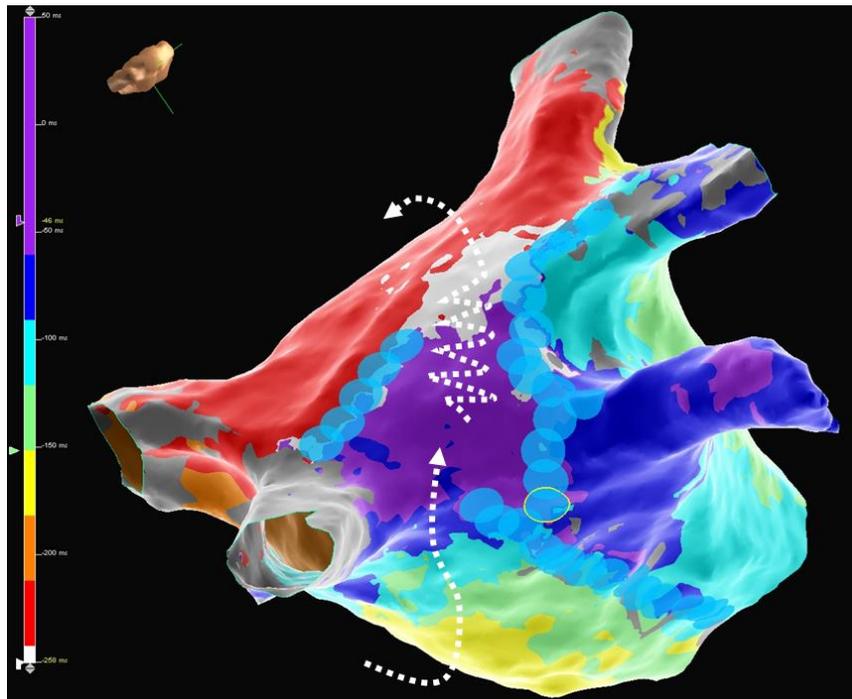


Figura 20. Visión craneal de un mapa de activación con isocronas (segmentación de los tiempos de activación en bloques de color) de una taquicardia macrorreentrante perivenas derechas en un paciente con varias ablaciones previas, incluyendo una línea anterior mitral y una línea de techo, por *gap* en la línea de techo. El mapa muestra una activación secuencial, desde el blanco y rojo al azul y morado, en sentido anteroposterior rodeando a las venas pulmonares derechas. Las marcas azules señalan puntos en los que se observaron dobles electrogramas y bloqueo de la conducción.

Es de vital importancia garantizar una referencia estable, para lo cual suele preferirse el empleo de electrogramas auriculares endocavitarios obtenidos a través de catéteres diagnósticos “de referencia” ubicados en localizaciones estables (por ejemplo, el seno coronario), que pueden fijarse externamente al introductor para evitar desplazamiento inadvertidos; y evitar el registro de electrogramas originados en una activación auricular diferente de la taquicardia que se pretende mapear, para lo cual es de utilidad el empleo de catéteres multipolares de referencia, que permitan al operador una rápida identificación de cambios en la secuencia de activación y la obtención de “plantillas” que descarten las señales con una secuencia de activación diferente en el electrodo de referencia (por ejemplo, las producidas por latidos extrasistólicos o mediante estimulación auricular, así como ante el cambio o terminación de la taquicardia).

Aunque se trata de una técnica muy extendida, presenta una serie de limitaciones:

- a) La precisión del mapa depende de la densidad de puntos de mapeo, especialmente en las regiones críticas del circuito. Esta limitación puede salvarse mediante la utilización de catéteres multielectrodo dedicados que permiten la realización de mapeo de “alta densidad”.
- b) Algunos segmentos, sobre todo aquellos embebidos en cicatrices o alrededor de las mismas, pueden presentar electrogramas de muy baja amplitud, por debajo del límite establecido como escara por el sistema electroanatómico o bien por debajo del límite de la técnica para su identificación (concepto a su vez muy relacionado con el de ruido eléctrico), que impidan su mera detección. Su identificación como zonas excitables y potencialmente partícipes en el circuito puede en ocasiones establecerse mediante la observación de captura con estimulación auricular de baja energía aunque, dados los inconvenientes de la técnica, la superación de esta limitación pasa en general por un aumento en la capacidad de detección de las señales endocavitarias, para lo cual se recomienda el empleo de catéteres con electrodos de menor tamaño e interespaciado (como los catéteres multielectrodo de alta densidad antes mencionados), que presentan una mejor resolución que los catéteres convencionales.

- c) La anotación del tiempo de activación de señales con varios componentes (por ejemplo, dobles potenciales o electrogramas fragmentados) resulta compleja y puede llevar a una interpretación confusa, sobre todo si se emplean algoritmos automatizados, basados en el reconocimiento del potencial de mayor amplitud, mayor desviación negativa de la señal unipolar ( $-dV/dT$ ) o primera o última deflexión. En estos casos, resulta útil la adquisición de puntos manuales y la reanotación de tiempos de activación conforme a las señales de los puntos vecinos y/o a la interpretación más probable del circuito, aun estando esto último expuesto a una gran subjetividad.
- d) Por último, en pacientes con extensa enfermedad auricular pueden existir zonas de conducción muy retrasada, a menudo pasivas, con tiempos de activación mayores que el propio ciclo de la taquicardia, lo que suele dar como resultado una asignación errónea de tiempos de activación y una codificación colorimétrica errónea, al coincidir temporalmente con regiones de activación temprana dentro de la ventana de interés. Su identificación mediante el análisis exhaustivo del circuito y la obtención de ciclos de retorno largos permite en la mayoría de sistemas de mapeo realizar una reasignación manual de los tiempos de activación de estas regiones (hacia el “ultravioleta”) que facilite la correcta interpretación global del mapa de activación.

Aunque se observa una tendencia general hacia el empleo de técnicas de mapeo de alta densidad sobre el mapeo convencional, con la adquisición de una gran cantidad de puntos y la anotación automática de los tiempos de activación empleando algoritmos dedicados, algunos autores defienden el empleo de estrategias de mapeo selectivo para la caracterización de taquicardias auriculares macrorreentrantes en el seno de sustratos complejos, limitando la visualización de los tiempos de activación únicamente a las regiones pertenecientes al circuito, definidas como aquellas con ciclo de retorno  $\leq 30$  ms (en una estrategia llamada “de mapeo de baja densidad”) (31).

La elección de la ventana de interés resulta crucial para el resultado final del mapa de activación, al depender la codificación colorimétrica del tiempo de activación de cada electrograma registrado en el seno de ésta. La estrategia más sencilla consistiría

en definir una ventana de interés con una longitud ligeramente menor al ciclo de la taquicardia (se recomienda incluir un 90% del ciclo) y repartir la ventana de forma simétrica alrededor de la secuencia de activación en el catéter de referencia. Sin embargo, esta estrategia provoca que la transición entre lo precoz y lo tardío ocurra en un punto aleatorio de la cavidad. Para facilitar la interpretación del mapa de activación, se han diseñado algunas estrategias concretas de anotación:

- a) Corrección de la ventana de interés para lograr una transición diastólica: en esta estrategia la duración de la ventana de interés se calcula como el 90% del ciclo de la taquicardia y su ajuste se realiza en torno a la señal de referencia de tal manera que su inicio ocurra en la mesodiástole (calculada de acuerdo a una fórmula validada, figura 21) (32); una manera más sencilla de conseguir el mismo resultado, sin necesidad de utilizar la fórmula mencionada, consistiría en seleccionar el inicio de la ventana de interés en el navegador electroanatómico de tal modo que coincida en el polígrafo del navegador con el punto medio de la línea isoeletrica entre dos ondas F o P' consecutivas. Como consecuencia de esta estrategia, las activaciones en la protodiástole y mesodiástole temprana se codificarán en color azul y morado mientras que las activaciones en la mesodiástole tardía y la telediástole se codificarán en blanco/rojo y naranja, quedando el resto de colores relegados a la activación sistólica y la transición entre zonas precoces y tardías en el istmo mesodiastólico de la taquicardia. Aunque útil en la identificación de esta diana terapéutica, resulta una estrategia compleja en la práctica, dado que es muy dependiente de la correcta identificación de la onda F o P' en taquicardia en el ECG de superficie, una tarea no siempre sencilla, especialmente en taquicardias de longitud de ciclo corta o en las que las ondas F o P' no son discretas (no están flanqueadas por intervalo isoeletrico), y para la cual puede ser necesario la administración de fármacos bloqueadores del nodo auriculoventricular.

$$\text{Intervalo}_{\text{inicio de WOI - referencia}} = \frac{\text{LC taquicardia - duración onda P}}{2} + \text{intervalo}_{\text{inicio de onda P - referencia}}$$

Figura 21. Método para el cálculo del inicio de la ventana de interés respecto del electrograma de referencia. WOI: Ventana de interés, del inglés *window of interest*. LC: longitud de ciclo.

- b) Corrección de la ventana de interés para garantizar un inicio presistólico: esta estrategia nace de la similitud electrofisiológica entre las taquicardias auriculares macrorreentrantes y las homólogas ventriculares, en las que se establece que es posible la caracterización del circuito en regiones de “entrada”, “istmo crítico” y “salida” del circuito y en las que una distancia desde la estimulación en la cámara de interés hasta el inicio del electrograma de superficie  $<40$  ms (distancia estímulo-QRS en el caso de las taquicardias ventriculares) predice una localización de “salida” del circuito. En esta estrategia el inicio de la ventana de interés se instaura 40 ms antes de inicio de la onda F o P’ en el ECG de superficie, de nuevo con el fin de que la zona de transición entre zonas precoces y tardías ocurra en el istmo mesodiástolico de la taquicardia (33).

Una vez obtenido un mapa de activación, es importante realizar una adecuada interpretación del mismo, para lo cual suele ser útil el análisis sistemático de la cámara mapeada desde varias proyecciones, descartando o confirmando la participación de las diferentes estructuras según observemos una activación pasiva o un posible giro alrededor de un obstáculo anatómico o funcional. Por último, cuando el mapa sugiera la posibilidad de un flúter “en figura de 8”, es recomendable la realización de maniobras de encarrilamiento selectivas que confirmen esta hipótesis, prestando atención a la posibilidad de ciclos de retorno intermedios ( $>30$  ms, pero no particularmente largos) en el caso de que uno de los circuitos actúe como brazo pasivo.

### **Cartografía de ciclos de retorno**

Esta estrategia combina las técnicas de mapeo electroanatómico tridimensional con la información obtenida a través de las maniobras de encarrilamiento, al asignar a cada punto del mapa un color específico basado en el resultado de la maniobra (estimulando 30 ms por debajo del ciclo de la taquicardia a baja salida) y codificando manualmente en rojo las regiones con un ciclo de retorno entre 0 y 30 ms y en morado aquellas con un ciclo de retorno  $>100$  ms (34). Así, el circuito completo de la taquicardia quedaría delimitado por aquellas áreas codificadas en color rojo.

Las limitaciones de esta técnica son las habituales de las maniobras de encarrilamiento, fundamentalmente dificultad para encarrilar una taquicardia con longitud de ciclo corta y posibilidad de terminación o degeneración de la taquicardia. Además, existe la posibilidad de obtener ciclos de retorno “erróneamente cortos”, si se produce captura a distancia o bien captura de una señal de muy baja amplitud que precede a la señal que se cree estar encarrilando, así como ciclos de retorno “erróneamente largos”, si existieran regiones del circuito con conducción decremental. Por último, esta técnica no aporta información sobre el istmo crítico de la taquicardia, por lo que la estrategia de ablación vendrá enfocada por el tratamiento focal o lineal más probablemente efectivo para el circuito encontrado, sin tener en cuenta las particularidades de sustrato o electrofisiológicas del caso individualmente.

### **Identificación de istmo protegido**

Por último, además de definir el circuito exacto de la taquicardia, resulta útil en taquicardias macrorreentrantes definir la existencia de regiones críticas para el mantenimiento de la taquicardia que puedan utilizarse como diana de la ablación.

Los istmos protegidos suelen presentar las siguientes características: están habitualmente situados en una región de escara o rodeadas por esta; muestran conducción lenta, representada por electrogramas fragmentados, de baja amplitud (entre 0.1 y 0.3 mV) y larga duración (entre 110-130 ms) (35–37); desde ellos puede encarrilarse la taquicardia con un ciclo de retorno exacto (idealmente 0 ms, o en cualquier caso <30 ms) y fusión oculta (esto, con una secuencia de activación intracavitaria idéntica a la de la taquicardia).

En el diagnóstico diferencial cabe considerar las regiones con actividad eléctrica discontinua de baja amplitud que a menudo pueden encontrarse en regiones próximas a escaras o líneas de bloqueo y que reflejan la colisión de varios frentes de activación. En este último caso la realización de maniobras de encarrilamiento mostrará ciclos de retorno >30 ms.

En general, el análisis de las señales intracavitarias de las diferentes regiones de la cámara de interés puede realizarse simultáneamente a la obtención de un mapa de

activación y/o sustrato, siendo útil su señalización mediante una marca o etiqueta de color de aquellas regiones en las que se observen zonas de bloqueo (dobles potenciales) o de posible conducción lenta (zonas con actividad fragmentada de baja amplitud, figura 22). Ello permitirá, una vez finalizado el mapa, revisar estas regiones a posteriori, confirmar o descartar su participación mediante maniobras de encarrilamiento y reinterpretar los resultados del mapa a la vista de los hallazgos.

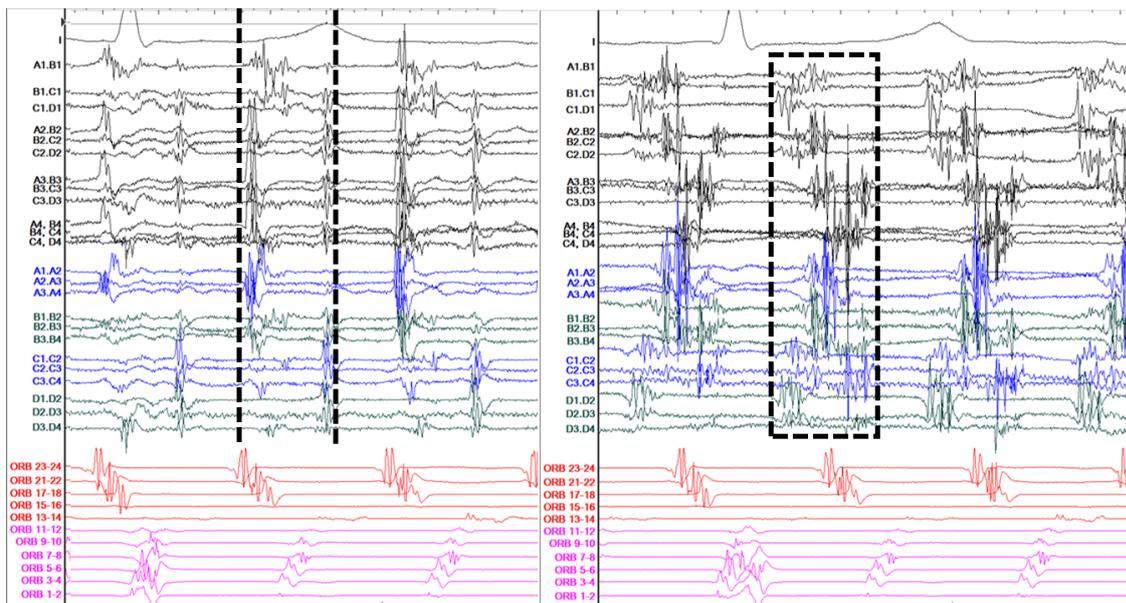


Figura 22. En el panel de la izquierda se muestra un ejemplo de dobles potenciales (líneas verticales discontinuas) a ambos lados de una cicatriz de atriotomía en un paciente con una taquicardia auricular macrorreentrante incisional. En el panel de la derecha se muestra un ejemplo de potenciales fragmentados (caja discontinua) en el mismo paciente y durante la misma taquicardia, correspondientes a la región de conducción lenta que actuaba como istmo de la taquicardia, localizada en el vértice de la cicatriz.

## Mapeo de alta densidad en el flúter atípico

Antes del advenimiento de las tecnologías de mapeo, el estudio electrofisiológico de las taquicardias y su ablación eficaz recaía en el correcto posicionamiento y la orientación de los catéteres guiado por fluoroscopia y en la adquisición e interpretación de señales intracardiacas obtenidas con catéteres bipolares con el apoyo de maniobras de estimulación específicas. Tras el éxito en el tratamiento de arritmias sencillas, la creciente complejidad de las arritmias susceptibles de ablación creó la necesidad de una visualización tridimensional del substrato arrítmico, así como la creación de un entorno de trabajo más seguro para el paciente y el operador, que redujera el uso de fluoroscopia. Desde que a finales de los años 90, varios grupos comenzaron a demostrar la viabilidad de emplear catéteres para el mapeo tridimensional de las cámaras cardíacas, inicialmente para el tratamiento de arritmias focales (38,39) y posteriormente de mecanismo reentrante (40,41), se han desarrollado varios sistemas de mapeo electroanatómico de uso clínico que comparten la capacidad para la localización de catéteres en un entorno tridimensional, creación de modelos tridimensionales de cámaras cardíacas, generación y visualización de mapas de voltaje y activación y anotación de posiciones de catéter o señales previas de interés. Aunque el uso de catéteres multielectrodo se popularizó en la década de los 90 para el diagnóstico de taquicardias supraventriculares, no fue hasta finales de la década de los 2000 cuando comenzaron a emplearse para el diagnóstico de arritmias auriculares complejas, primero con sistemas de mapeo electroanatómico basados en impedancias (Ensite Navx), precisamente para el abordaje de flúteres atípicos postablación de fibrilación auricular (42), y posteriormente en sistemas que implementaban campos electromagnéticos (Carto) permitiendo una definición anatómica más precisa al reducir la interpolación (43).

El mapeo de alta densidad es una técnica de mapeo electroanatómico que emplea catéteres diagnósticos dedicados con múltiples electrodos de pequeño tamaño e interespaciado para obtener mapas con una gran densidad de puntos de anotación, lo que permite una mejor caracterización del sustrato, una mejor comprensión del mecanismo de las taquicardias y una mejor selección de la diana de ablación en pacientes con arritmias de todo tipo. Gracias al empleo de algoritmos automáticos de

anotación fiables, la ingente cantidad de señales adquiridas puede ser procesada en tiempo real para lograr la obtención de mapas de mayor calidad en un espacio de tiempo razonable.

En la actualidad, existen varios catéteres multielectrodo comercializados para los distintos sistemas electroanatómicos disponibles, distinguibles por su configuración espacial (lineal, circular, en estrella, en rejilla o en esfera) y número e interespaciado de sus electrodos: de 10 a 20 electrodos en catéteres de configuración lineal (DecaNAV de Biosense-Webster o LiveWire de Abbott), circular (Lasso de Biosense Webster o Reflexion Spiral de Abbott), con forma de estrella (PentaRay NAV de Biosense Webster) o rejilla (Advisor HD Grid de Abbott), 48 electrodos en forma de estrella (OctaRay de Biosense Webster) o rejilla (Optrell de Biosense Webster) o 64 electrodos con forma de esfera (Orion de Boston Scientific). El mapeo realizado con los catéteres anteriores con mayor número de electrodos y menor interespaciado (PentaRay, OctaRay y Optrell de Biosense Webster; Advisor HD Grid de Abbott; Orion de Boston Scientific) se ha denominado por algunos grupos de “ultra-alta densidad” (44), o como catéteres de mapeo “dedicados” (dado que su objetivo primario es el mapeo de alta densidad).

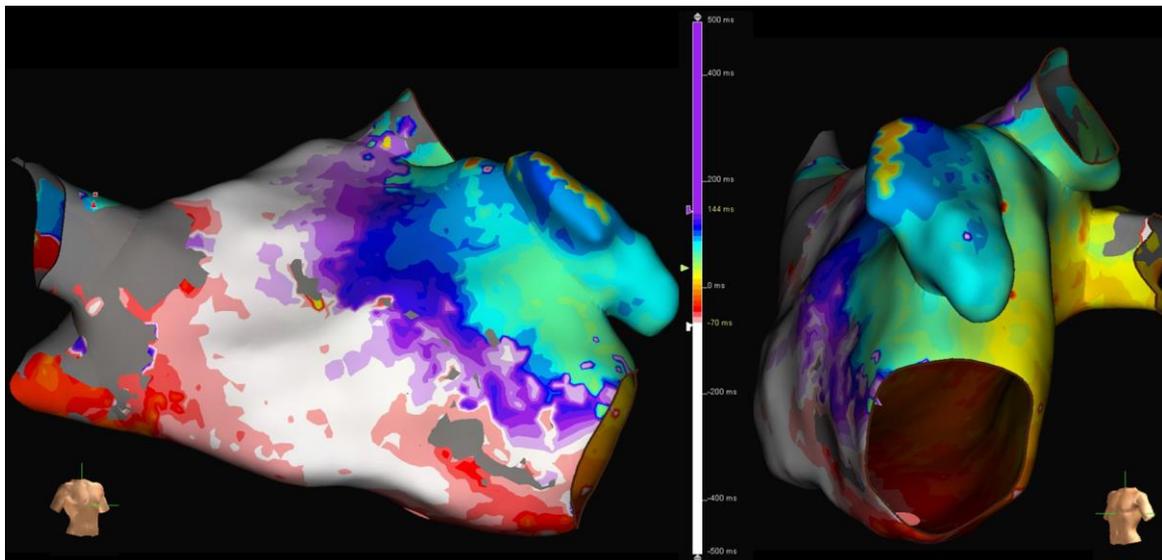


Figura 23. Mapa de activación de un flúter perimitral antihorario realizado con un catéter de mapeo de alta densidad Advisor HD Grid (Abbott).

El mapeo de ultra-alta densidad ha permitido una mejor caracterización del sustrato arrítmico, con una mejor delimitación de las regiones de escara y el análisis de la heterogeneidad de las mismas, permitiendo identificar regiones con voltajes preservados en el seno de cicatrices y la visualización y captura de señales de campo cercano en el interior de las mismas (45), y una mejor identificación del istmo crítico de la taquicardia.

### **Caracterización del sustrato**

El mapeo del voltaje bipolar endocárdico es un método ampliamente utilizado para la caracterización del sustrato auricular anormal presente en las taquicardias auriculares, empleándose el concepto de “bajo voltaje” ( $<0.05$  mV) como un subrogado de la presencia de fibrosis (46). El empleo de  $<0.05$  mV como punto de corte para definir el tejido eléctrico con silencio auricular o “escara” y  $<0.50$  mV para definir el tejido “anormal” está ampliamente aceptado a pesar de su limitada validación histológica en humanos o los continuos avances en la tecnología de mapeo, si bien es cierto que han demostrado una buena correlación con escara auricular en modelos animales (47) y que algunas estrategias de ablación que han incorporado estas regiones como diana terapéutica para la ablación de fibrilación auricular persistente han arrojado buenos resultados (48,49).

Sin embargo, el mapeo de voltaje endocárdico como herramienta para la caracterización del sustrato auricular presenta limitaciones importantes, ya que puede verse afectado por múltiples factores:

- El vector de activación: la relación del frente de propagación con los 2 electrodos de registro influye en el grado de cancelación de la señal y, como resultado, en la amplitud de la señal de voltaje bipolar resultante. En este sentido, se han desarrollado algoritmos de anotación que utilizan 3 electrodos contiguos triangulados para una mejor caracterización del vector de activación (50).
- El ángulo de incidencia: la orientación del catéter influye en la localización de los electrodos unipolares en relación con el vector de activación, influyendo también

en el grado de cancelación de la señal y la amplitud de la señal de voltaje bipolar resultante.

- El tamaño de los electrodos: los electrodos de mayor superficie son capaces de registrar una mayor área de tejido, registrando señales de mayor amplitud, y, al contrario, los electrodos de menor tamaño darán lugar a señales de menos amplitud, pero son capaces de registrar señales de baja amplitud que pasarían desapercibidas a los electrodos de mayor tamaño.
- El interespaciado: los pares de electrodos con menor distancia entre sí son capaces de registrar señales de áreas más pequeñas de tejido, pudiendo detectar tejido miocárdico viable inmerso en una región de escara.
- El contacto tisular: la amplitud del voltaje registrado guarda una relación directa con el contacto con el tejido.
- El filtrado: los filtros pasabanda, de paso alto y bajo, así como los filtros *notch* pueden atenuar la amplitud de la señal pico-a-pico.
- La densidad de mapeo: el mapeo de baja densidad se asocia con una interpolación de la información entre puntos, mientras que el mapeo de alta densidad ofrece mapas más precisos y reproducibles.
- La resolución de mapeo: depende de cada sistema de mapeo, y se define como el tamaño de tejido al que hace referencia cada punto de anotación.
- La frecuencia y ritmo auriculares: empleando catéteres multielectrodo dedicados de mapeo de alta densidad, se ha encontrado una buena correlación entre voltajes de aurícula izquierda  $<0.35$  mV en flúter y  $<0.24$  mV en fibrilación auricular y  $<0.5$  mV en ritmo sinusal (51); sin embargo, el voltaje medio en aurícula derecha parece ser mayor durante flúter (fundamentalmente común) que durante ritmo sinusal, con una diferencia de  $>0.25$  mV en el 40% de las señales y  $>0.5$  mV en el 19% (52).

Las zonas de bajo voltaje bipolar (<0.50 mV) encontradas en aurícula izquierda durante el mapeo en ritmo sinusal se han correlacionado con zonas de conducción lenta en pacientes con fibrilación auricular (53), pudiendo predisponer a la aparición de taquicardias por reentrada. Sin embargo, la aparición de conducción lenta “dependiente de frecuencia” o dinámica ha demostrado una mejor predicción de la aparición de taquicardias auriculares reentrantes localizadas (54). Recientemente, el grupo de Burdeos ha evaluado el rendimiento diagnóstico de estas zonas de bajo voltaje para la identificación de zonas de conducción lenta (<30 cm/s) durante flúter auricular, encontrando una correlación sólo moderada ( $r = 0.407$ ) y una sensibilidad y especificidad pobres para los umbrales habitualmente considerados como anormales (<0.5 mV: S 91%, E 35%) o correspondientes a escara (<0.05 mV: S 36%, E 87%) (55).

Existe otra estrategia de mapeo de voltaje consistente en anotar el voltaje registrado por señales unipolares. Es mucho menos utilizado que el mapeo de voltaje bipolar para la caracterización del sustrato auricular. Tiene especial utilidad en la predicción del voltaje epicárdico (y con ello de la posible presencia de escaras epicárdicas) a distancia cuando se mapea endocárdicamente el ventrículo izquierdo (53). También ha demostrado utilidad para encontrar gaps en líneas de ablación previa endocárdica en las aurículas (56).

### **Definición del circuito e identificación del istmo crítico de la taquicardia**

Habitualmente, para definir el circuito de las taquicardias, se realiza un mapeo de activación en el que se anota el momento temporal (*local activation time* o *LAT* en inglés) en el que pasa la corriente eléctrica por cada punto de la cavidad cardiaca de interés. La propagación de dichos mapas de activación facilita la comprensión de los mismos.

El empleo de catéter multipolares dedicados con electrodos de pequeño tamaño (1 mm) y menor interespaciado no sólo ha permitido una mejor caracterización del sustrato, sino también una mejora significativa en la resolución de mapeo, particularmente en el seno o alrededor de escaras, donde a menudo asientan las

regiones críticas de conducción lenta del circuito. Un estudio que incluyó a 20 pacientes con taquicardias auriculares relacionadas con cicatrices auriculares y en el que se realizó mapeo secuencial con catéter convencional (electrodos de 3.5 mm) y catéteres de mapeo de alta densidad dedicados (electrodos de 1 mm) encontró un mayor voltaje en las áreas de cicatriz con el empleo del catéter dedicado (media de 0.28 mV comparado con 0.17 mV,  $p=0.01$ ), una mayor identificación de electrogramas discretos que permitieron la anotación del tiempo de activación local (54.4% comparado con 21.4%,  $p=0.01$ ), y una mayor capacidad para el encarrilamiento de la taquicardia con sobreestimulación desde el área de cicatriz (66.7% comparado con 33.4%,  $p=0.01$ ) (57).

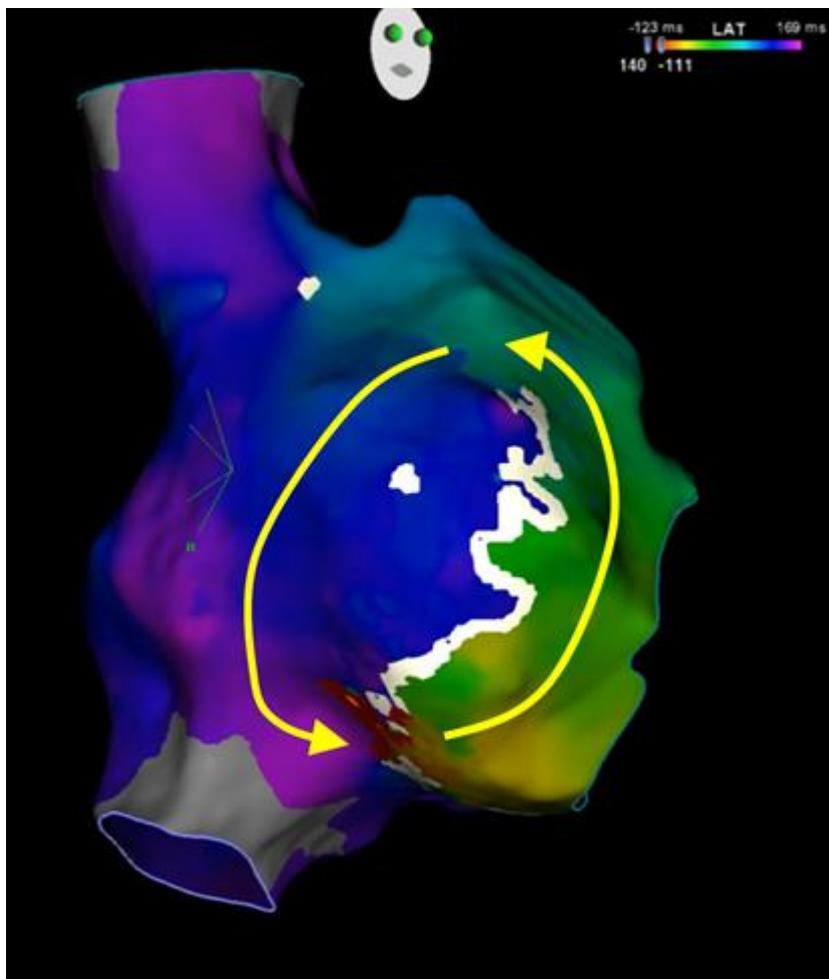


Figura 24. Mapa de activación de un flúter incisional de giro antihorario realizado con un catéter de mapeo de alta densidad PentaRay NAV (Biosense Webster).

Comparado con el mapeo convencional, la adquisición y procesado de gran cantidad de puntos en un corto espacio de tiempo que otorga el mapeo de alta densidad facilitaría la definición del circuito e identificación del istmo crítico de la taquicardia, minimizando la necesidad de realizar ciclos de retorno y permitiendo la detección de señales fragmentadas y de baja amplitud que habitualmente caracterizan a estas regiones mantenedoras de la arritmia y que suponen potenciales diana de ablación.

En este sentido, nuestro grupo ha validado una estrategia terapéutica basada en la identificación manual y ablación de regiones con fragmentación detectadas con sistemas de mapeo de alta densidad durante taquicardia, definidas como electrogramas fragmentados de  $>70$  ms de duración (estudio MAP-FLURHY (58), ver anexo 3). En este estudio, que incluyó 44 taquicardias auriculares detectadas en 27 pacientes, se observó la presencia de regiones de fragmentación en todos los casos, a razón de 2.4 regiones por taquicardia, con participación de alguna de estas regiones en el circuito de la taquicardia en el 97.7% de los casos. La ablación de la región con fragmentación más prolongada logró la terminación de la taquicardia en el 94% de los casos. La ablación de una región de fragmentación con una duración  $>100$  ms o  $>40\%$  de la longitud de ciclo de la taquicardia predijo la terminación de la taquicardia con una S de 72.3% y una E de 73.8%.

Gracias al avance de los algoritmos de anotación automática incorporados por los diferentes sistemas de mapeo electroanatómico, la identificación de estas regiones puede realizarse también de manera sencilla y rápida sin necesidad de una inspección y anotación manual de los electrogramas de interés. Nuestro grupo ha trabajado en la validación de un nuevo software de identificación de regiones de electrogramas fragmentados que podrían constituir istmo críticos de taquicardia, definidas como *clusters* de 3 o más puntos adyacentes con electrogramas de  $>80$  ms de duración y voltaje bipolar entre 0.05 mV y 0.5 mV ((59), ver anexo 4). En un estudio que incluyó 33 flúteres atípicos en 27 pacientes, el VPP del software para la identificación de áreas de verdadera fragmentación (determinadas por un electrofisiólogo experto independiente) fue del 74.4%, y el VPP para identificar los istmos críticos de las taquicardias fue del 91% (definidos mediante técnicas de mapeo habituales).

La identificación de regiones con electrogramas fragmentados de baja amplitud puede tener también interés en pacientes remitidos para ablación de flúter atípico y que se presentan al laboratorio de electrofisiología con un flúter auricular inestable, considerado “no mapeable” por constantes cambios en la secuencia de activación o paso a fibrilación auricular, que pueden llegar a suponer el 19% de todos los pacientes remitidos para ablación de flúter atípico de acuerdo con nuestra propia serie. En este sentido, también nuestro grupo ha demostrado la utilidad de la ablación de regiones con electrogramas fragmentados de baja amplitud continuos o cuasi-continuos detectados en 1 solo dipolo o 2 dipolos adyacentes, así como de regiones con dispersión espacio-temporal de los electrogramas (la totalidad del ciclo de la taquicardia contenida a lo largo de los diferentes polos del catéter), para la estabilización de taquicardias (estudio CHAOS-AF (60), ver anexo 5). En este estudio, que incluyó a 18 pacientes, la ablación de estas regiones logró la estabilización de la taquicardia o la conversión a ritmo sinusal en el 94.1% de los pacientes, que mostraron una supervivencia libre de recurrencias al año similar a la de los pacientes con flúter auricular estable (66.7% vs. 65.8%,  $p = 0.946$ ).

El empleo de tecnologías de mapeo de alta densidad ha permitido además la caracterización de la “atipicidad” de diversos circuitos de flúter común o atípico más habituales en pacientes postablación de fibrilación auricular. Así, un estudio que analizó 88 circuitos macrorreentrantes en 57 pacientes encontró que el 50% de los flúteres istmo-dependientes presentaron circuitos que no se limitaron al anillo tricuspídeo, el 73.7% de los flúteres dependientes de techo presentaron un circuito que no comprendía ambos pares de venas pulmonares y que el 61.9% de los flúteres perimitrales incluyeron regiones fuera del anillo mitral, encontrando una asociación estadísticamente significativa entre el hallazgo de regiones de bajo voltaje  $<0.1$  mV alrededor del anillo mitral y la aparición de estos circuitos perimitrales “atípicos” (61). Además, el istmo práctico de la taquicardia (definido como la localización de la ablación que logra finalización de la taquicardia) se encontró en una región fuera del techo en un 36.4% de los flúteres “dependientes de techo” y fuera del istmo mitral clásico en un 50% de los flúteres perimitrales (figura 25).

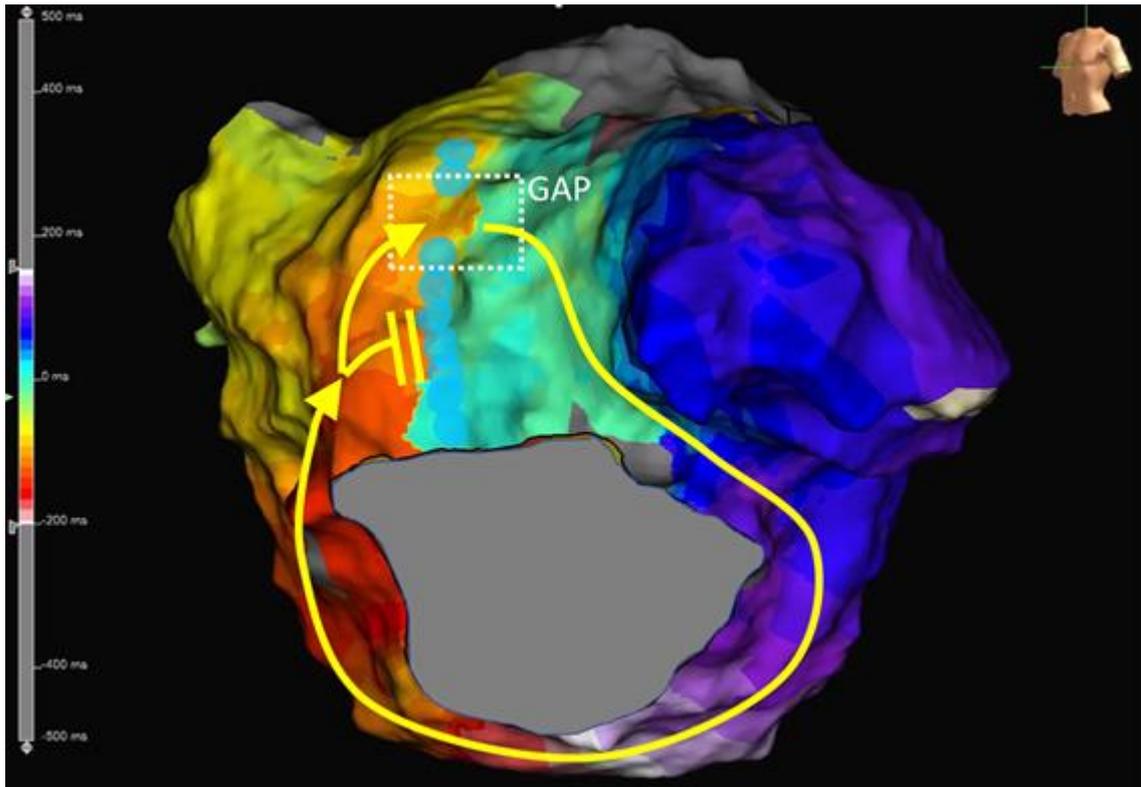


Figura 25. Mapa de activación de un flúter perimitral horario realizado con catéter de mapeo de alta densidad Advisor HD Grid (Abbott), en el que existe “atipicidad” del circuito dado que en la cara anterior de la aurícula izquierda éste utiliza un paso (recuadrado y nombrado como “gap”) en el seno de una cicatriz espontánea que genera bloqueo de la conducción (marcas azules).

Un estudio observacional en el que se comparó el uso de catéteres multipolares dedicados frente a catéteres con electrodos multipolares convencionales o el empleo de mapeo de “baja densidad”, y que incluyó 142 circuitos de taquicardia en 82 pacientes, encontró un mayor éxito procedimental en el primer grupo (78%), comparado con el grupo en el que se utilizó un catéter multipolar no dedicado (68%) o un sistema de mapeo de baja densidad (51%,  $p=0.037$ ); asimismo, se encontraron menores tasas de recurrencia al año (26%, 36% y 62% respectivamente) (62).

## Ablación

### Técnica de ablación

Una vez identificados el circuito reentrante y el istmo crítico de la taquicardia (o bien un mecanismo electrofisiológico distinto), puede procederse a la realización de lesiones de radiofrecuencia, generalmente con catéteres de punta irrigada, que idealmente perseguirá dos objetivos: la terminación de la taquicardia y la no inducibilidad de otras taquicardias. La crioterapia es otro tipo de ablación térmica que muy raramente se utiliza en flúteres atípicos; es más empleada para el aislamiento de venas pulmonares en pacientes con fibrilación auricular o para la ablación de taquicardias con origen cercano al sistema específico de conducción.

Las taquicardias de origen focal o en una reentrada pequeña generalmente se beneficiarán de una ablación focal sobre el sitio de origen. Es habitual en este tipo de taquicardias observar una aceleración transitoria del ciclo de la taquicardia al inicio de la aplicación de radiofrecuencia, antes de la interrupción.

Las taquicardias macrorreentrantes pueden beneficiarse de una ablación focal si se ha logrado identificar un istmo protegido de la taquicardia lo suficientemente estrecho, aunque habitualmente precisarán la realización de ablaciones lineales uniendo dos obstáculos anatómicos o funcionales distintos entre sí. Durante la ablación puede observarse un enlentecimiento o aumento de la longitud de ciclo de la taquicardia progresivo y sutil justo antes de su terminación, aunque no es infrecuente la terminación abrupta que, si ocurre sin la aparición de extraestímulos cuando se realizan aplicaciones sobre una supuesta región de istmo protegido de la taquicardia, confirmaría también la participación de la región como istmo crítico de la taquicardia más allá de las maniobras de encarrilamiento (“ablación como prueba de concepto”, figura 26). La decisión acerca de la mejor localización de la ablación dependerá del circuito identificado, aunque existen una serie de lesiones típicas para las taquicardias macrorreentrantes de aurícula izquierda:

- Para el tratamiento de los flúteres dependientes de techo (alrededor de venas pulmonares izquierdas o derechas) suele emplearse una “línea de techo” uniendo la vena pulmonar superior izquierda con la superior derecha.

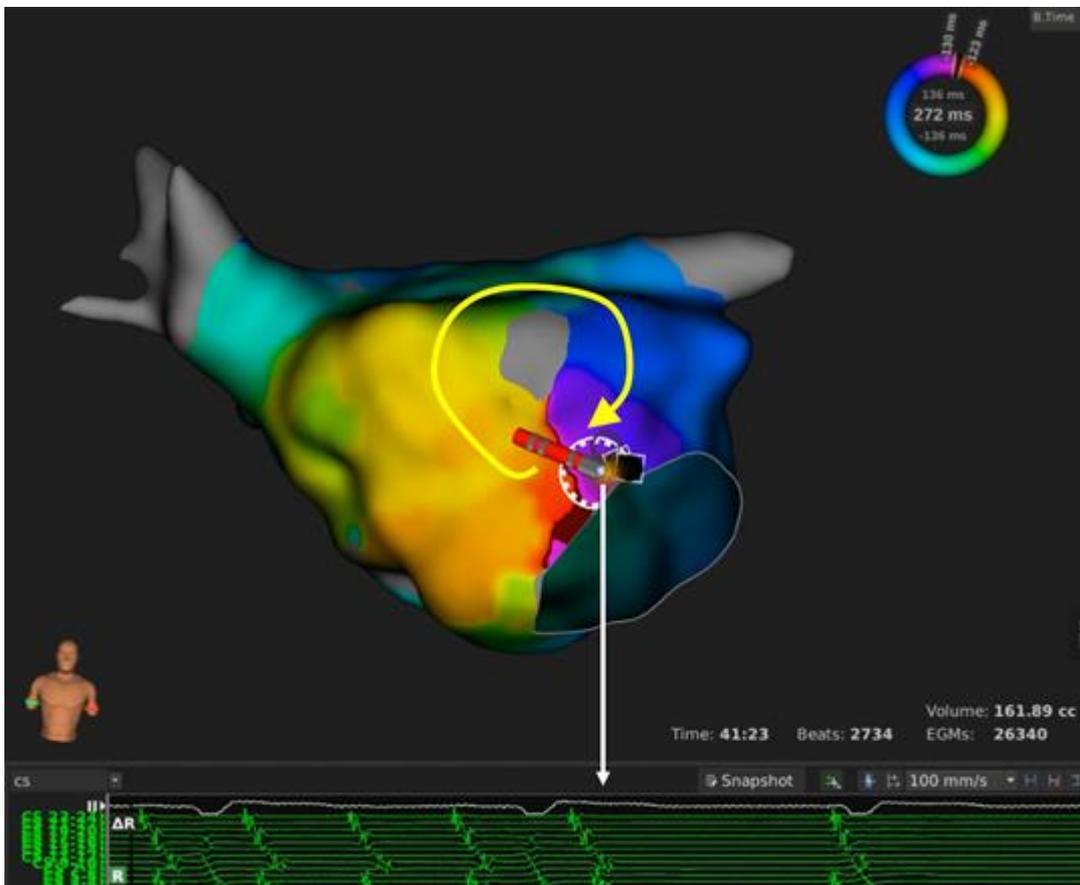


Figura 26. Ejemplos de ablación como prueba de concepto. En el panel superior se muestra un mapa de activación de aurícula izquierda en proyección anterior realizado durante flúter, que muestra un circuito de flúter horario alrededor de una cicatriz espontánea en aurícula izquierda (desde rojo-naranja hacia azul-morado). La aplicación de radiofrecuencia en la zona de conducción lenta, entre la escara y el anillo mitral anterior terminó la taquicardia, como se muestra en el panel inferior.

- Para el tratamiento de los flúteres perimitrales clásicamente solía realizarse una línea en el istmo mitral posterolateral, uniendo el anillo mitral lateral con la vena pulmonar inferior izquierda, al ser ésta la zona más estrecha del circuito (aunque no habitualmente el istmo protegido de la taquicardia, que suele situarse en la región anterior, entre el anillo mitral y una zona de escara anterior). Sin embargo, se trata de una ablación compleja, en la que a menudo no se logra un bloqueo efectivo de la

conducción, precisando en aproximadamente el 40% de los casos la realización de lesiones epicárdicas desde el interior del seno coronario distal para lograr la transmuralidad. Estas lesiones pueden ser difíciles de realizar por aumento de la impedancia local durante la ablación que limita la entrega de energía, pudiendo requerir el empleo de bajas potencias (20-25W) y/o la irrigación con suero hiposalino (63). Por ello, se han propuesto líneas anteriores alternativas con el objetivo de reducir la necesidad de ablación epicárdica: las líneas anterolaterales, que unen el anillo mitral anterior con las venas pulmonares izquierdas (generalmente la superior) pasando por la base de la orejuela (64,65); las líneas anteroseptales, que unen el anillo mitral anterior con las venas pulmonares derechas (generalmente la superior) (66,67); o simplemente una línea anterior modificada, uniendo el anillo mitral anterior con una región de escara densa anterior (figura 27). Nuestro grupo prefiere la realización de líneas anteroseptales, ya que suelen ser técnicamente más sencillas de realizar (suele bastar con un gesto de retirada y giro antihorario si se comienza por el anillo mitral anterior hasta alcanzar la vena superior derecha), y evitan el paso por la base de la orejuela, región en la que la transmuralidad puede ser difícil de obtener por la eventual existencia de conexiones epicárdicas.

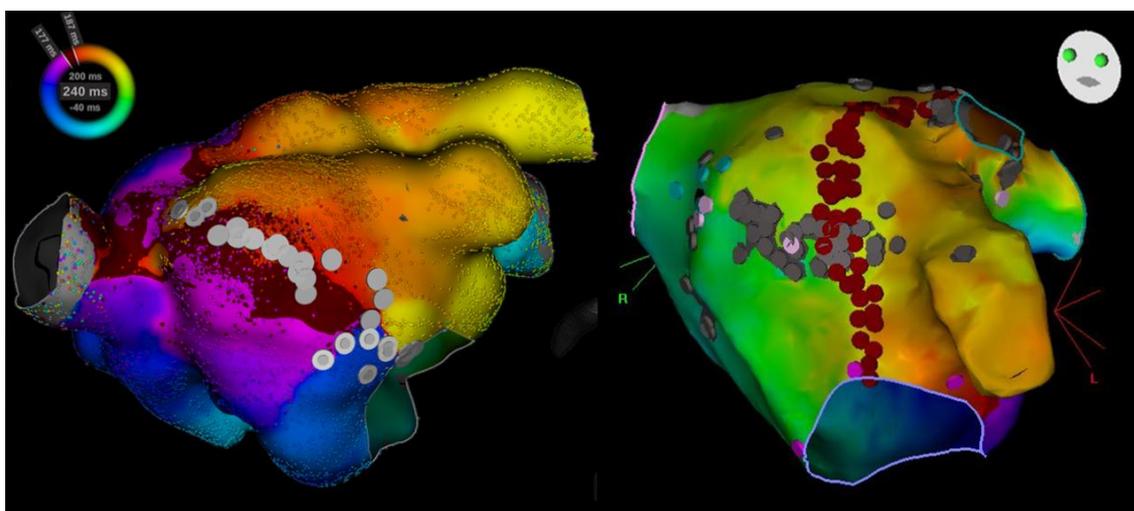


Figura 27. Ejemplos de líneas mitrales anteriores realizadas para el tratamiento de flúteres perimitrales. En el panel de la izquierda se muestra una línea anteroseptal, desde el anillo mitral anterior hasta la vena pulmonar superior derecha. En el panel de la derecha se muestra una línea anterolateral, desde el anillo mitral anterior hasta la vena pulmonar superior izquierda.

Independientemente del mecanismo de la taquicardia, si no se logra su terminación tras una o varias aplicaciones en la región de interés o tras completar una línea, se recomienda comprobar que no haya habido una terminación inadvertida e inicio inmediato de otra taquicardia antes de insistir con la misma estrategia de ablación. Puede ser indicativo de este fenómeno la aparición de cambios en la secuencia de activación del catéter de referencia o de la longitud de ciclo durante la ablación (figura 28). Esto es especialmente frecuente en presencia de enfermedad auricular extensa, o en aquellos pacientes con circuitos en “figura de 8” o “figura de 6” en los que la diana de ablación no fuera el istmo crítico compartido por ambos hemis circuitos.

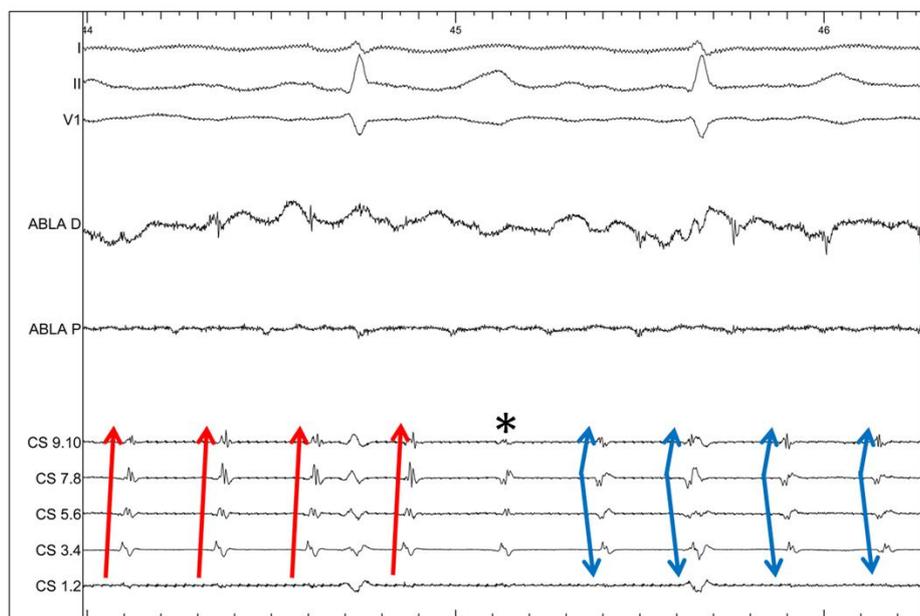


Figura 28. Ejemplo de cambio sutil de la secuencia de activación en el catéter de referencia (ubicado en seno coronario) durante la ablación de un flúter perimitral de giro horario. La secuencia excéntrica (en rojo) pasa a una secuencia en forma de “abre paréntesis” (en azul), pasando por una secuencia de fusión o intermedia entre ambas (asterisco).

Respecto a los parámetros de ablación, se pueden emplear diferentes potencias (30-50W), en ocasiones ajustadas en función de la fuerza de contacto (estimada si se emplean catéteres con sensor de fuerza de contacto, o bien percibida), pudiendo guiar la duración de las aplicaciones por tiempo, abolición de electrogramas locales y caída suficiente en la impedancia local, o bien por índices de ablación (como el *Lesion Size*

*Index* de Abbott o el *Ablation Index* de Biosense Webster), empleando para ello los valores recomendados por los diferentes sistemas y ya validados para ablación de fibrilación auricular, sin que existan recomendaciones específicas para este fin.

Cuando se realizan aplicaciones de radiofrecuencia en la aurícula derecha lateral o posterior, es imprescindible descartar la presencia de captura frénica en la zona de ablación. Esto se puede hacer estimulando a alta salida y con un intervalo lo más parecido posible a la longitud de ciclo de la taquicardia, para no interrumpirla. Si para la ablación efectiva de la taquicardia es preciso aplicar cerca de un punto en el que se constató captura frénica, se recomienda realizar aplicaciones cortas y monitorizar su integridad mediante estimulación desde la vena cava superior o subclavia derecha. También pueden realizarse maniobras de separación epicárdica del nervio frénico (instilación de suero, aire o ambos en el espacio pericárdico, o interposición de catéteres con balón en el espacio pericárdico entre el pericardio visceral y el parietal, por donde discurre el nervio frénico) (68). Por otra parte, las aplicaciones de radiofrecuencia sobre la pared posterior de la aurícula izquierda podrían causar lesión esofágica, por lo que se recomienda limitar el número de aplicaciones y su duración; existen sondas de temperatura esofágicas que permiten monitorizar la temperatura del esófago durante las aplicaciones de radiofrecuencia para detenerlas si dicha temperatura excede un determinado límite que podría indicar riesgo de daño esofágico (69).

La ablación de arritmias auriculares con empleo de energías térmicas como la crioterapia o la radiofrecuencia, empleada en todo tipo de sustratos auriculares y ventriculares, presenta el potencial riesgo de daño de estructuras adyacentes (como el nervio frénico, los plexos ganglionares parasimpáticos, las arterias coronarias o el esófago) y sus consiguientes complicaciones (paresia o parálisis frénica, disautonomía, daño coronario o lesiones esofágicas, entre otras). Recientemente, la ablación por campos electromagnéticos pulsados (PFA, del inglés *pulsed-field ablation*), que emplea impulsos eléctricos bipolares de alto voltaje y corta duración para crear poros microscópicos en las membranas celulares (motivo por el que también recibe el nombre de electroporación) dañando su permeabilidad y conduciendo a la muerte celular, ha demostrado una mayor selectividad por el tejido miocárdico (70), lo que evitaría el daño indiscriminado de otras estructuras. Sin embargo, se trata de una tecnología en pleno

desarrollo y disponible comercialmente de forma más extendida a modo de catéteres con diseños adaptados para la ablación de venas pulmonares en fibrilación auricular (71), aunque algunos centros han comenzado a usarla para el tratamiento de flúteres típicos o atípicos, siendo conceptualmente interesante para la creación de lesiones en pared posterior (13,72). Existen diseños de catéteres que permiten ablación focal mediante electroporación, más atractiva para su empleo en flúteres atípicos (73).

### **Maniobras de comprobación y *end-point* final de la ablación**

Tras la realización de una ablación lineal no podemos conformarnos con observar la terminación de la taquicardia, que podría ocurrir simplemente por haber alcanzado un retraso crítico en el circuito, sino que es preciso comprobar la presencia de bloqueo bidireccional de la conducción a nivel de la línea de ablación. Con este propósito se emplean fundamentalmente tres estrategias:

- **Visualización de dobles potenciales:** en ocasiones es posible, sobre todo con el empleo de catéteres multielectrodo dedicados, detectar la presencia de dobles potenciales a lo largo de la línea de ablación estimulando desde un punto cercano a la misma, aunque no se ha validado una duración del intervalo isoelectrico que sea patognomónica de bloqueo bidireccional de la conducción (se han documentado intervalos isoelectricos de hasta 150 y 300 ms para el istmo mitral lateral) (74), pues esta distancia dependerá de la localización relativa del punto de estimulación a uno y otro lado de la línea, así como del tamaño del tejido que el frente de activación tenga que recorrer hasta alcanzar el lado contralateral de la línea.
- **Estimulación diferencial:** para esta maniobra suelen emplearse dos catéteres situados en lados opuestos de la línea, uno desde el que se estimula y otro desde el que se registra el tiempo de activación, aunque puede emplearse un solo catéter estratégicamente situado. En presencia de bloqueo de la conducción, el tiempo de activación debe ser mayor cuanto más cerca de la línea se encuentren los dipolos desde los que se estimula y/o se registra la activación. Se debe realizar estimulación desde ambos lados de la línea para evaluar que el bloqueo sea bidireccional.

Además, la secuencia de activación deberá ser compatible con bloqueo a través de la línea (figura 29).

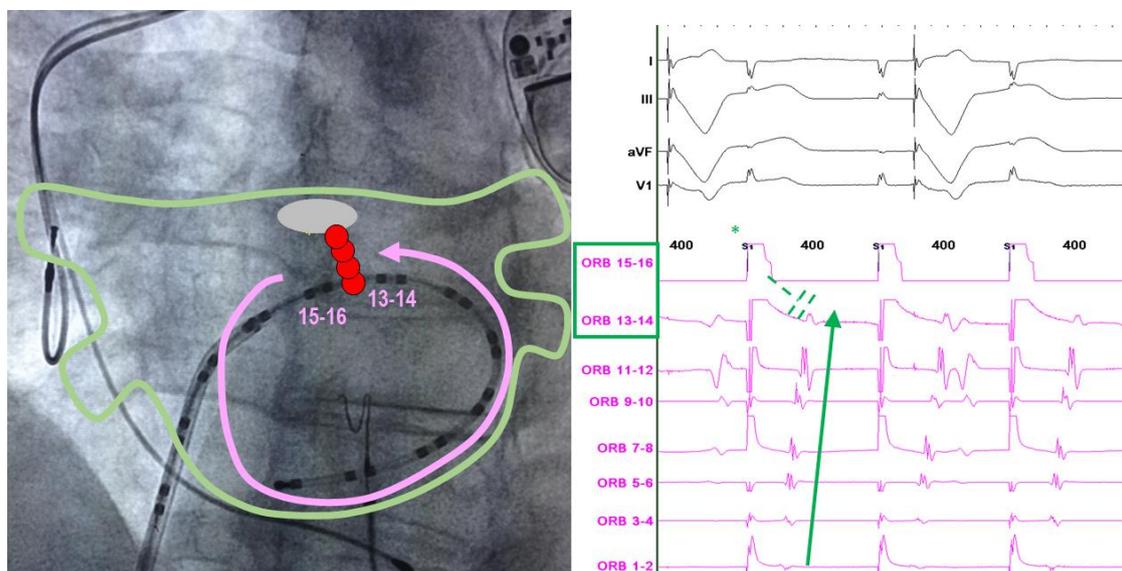


Figura 29. En el panel de la izquierda se muestra la imagen de escopia en proyección oblicua anterior izquierda de un paciente en el que se ha realizado una ablación lineal (marcas rojas) de flúter perimitral con una línea anterior modificada (desde el anillo mitral anterior hasta una escara anterior, óvalo gris) y en el que se ha colocado un catéter de 24 polos alrededor del anillo mitral a través de la vaina utilizada para la punción transeptal para comprobar la existencia de bloqueo a través de la línea. En el panel de la derecha se muestra cómo la estimulación con un tren de 400 ms desde el dipolo 15-16, situado en el lado septal de la línea, provoca un retraso de la activación auricular en el dipolo contiguo 13-14, situado en el lado lateral de la línea, con una secuencia de activación antihoraria en el anillo mitral, compatible con bloqueo horario de la conducción a través de la línea. Esta maniobra debería repetirse con estimulación desde el dipolo 13-14 y registro en el dipolo 15-16 para comprobar que el bloqueo sea bidireccional.

- **Cartografía de activación con estimulación desde una localización crítica:** Aunque más laborioso, el mapeo de activación con estimulación a uno de los lados de la línea deberá mostrar que la activación más tardía se produce en el lado contralateral de la misma, con una secuencia de activación compatible y sin aparentes “gaps” (figura 30). Por ejemplo, la estimulación desde orejuela de aurícula izquierda mostrará una activación horaria del anillo mitral si existe bloqueo bidireccional de la conducción a nivel de una línea mitral anterior, con una activación más tardía en la región septal a la línea (figura 31).

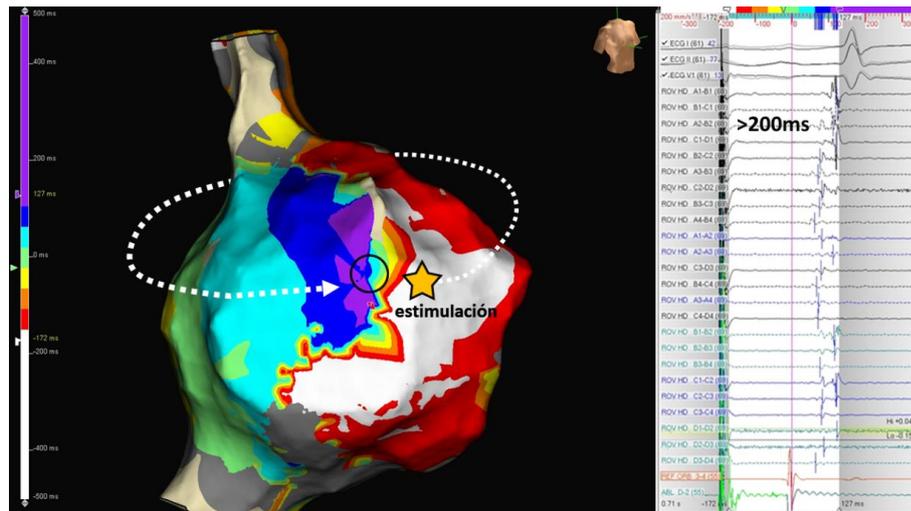


Figura 30. Mapa de activación con isocronas realizado tras ablación de un flúter incisional alrededor de una cicatriz de atriotomía mediante extensión hasta una región inexcitable en vena cava inferior. El mapa muestra una secuencia compatible con bloqueo de conducción en la pared lateral, con activación más tardía en la región inmediatamente lateral al punto de estimulación, con un retraso de  $>200$  ms en la activación en esta localización.

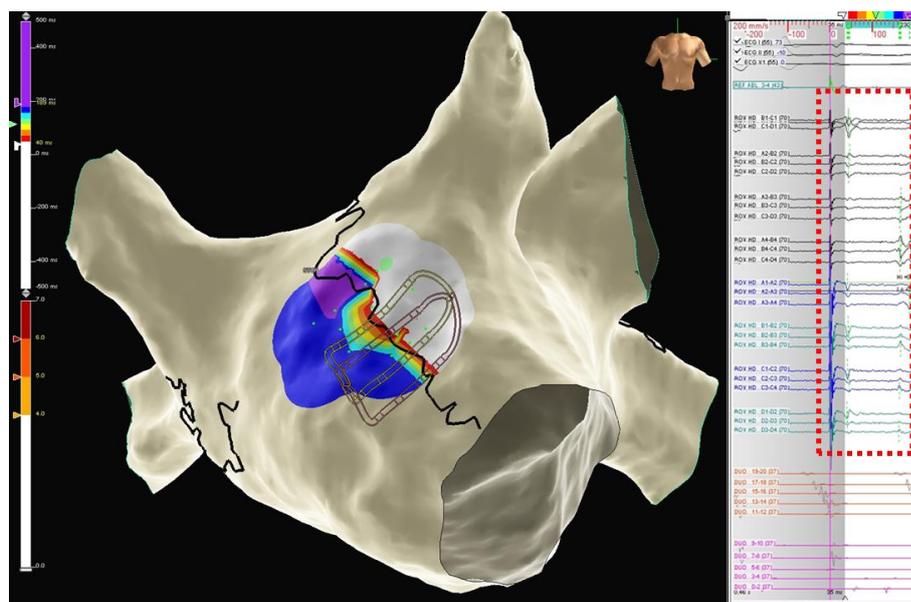


Figura 31. Mapa de activación de aurícula izquierda realizado durante estimulación desde orejuela para comprobar la existencia de bloqueo de la conducción a través de una línea mitral anterior. Los puntos laterales a la línea anterior muestran tiempo de activación corto (en blanco) mientras que los septales muestran tiempos de activación largos (en azul y morado), con el resto de colores sobrepuestos a la línea por interpolación, y sin aparentes gaps, lo que indica la presencia de bloqueo antihorario de la conducción a este nivel. Las señales registradas por el catéter multipolar muestran la presencia de dobles electrogramas en la región (desde la estimulación en el lado lateral hasta la activación en el lado septal).

Se han planteado otras estrategias para la validación del bloqueo bidireccional de la conducción en determinados escenarios basadas en criterios electrocardiográficos. Por ejemplo, la aparición de un “salto en V1” (aumento de  $\geq 30$  ms al pico positivo de la onda P en la derivación V1 del ECG de superficie) durante estimulación continua desde la orejuela de aurícula izquierda mientras se realiza una línea anterior mitral en ritmo sinusal predeciría un bloqueo bidireccional de la conducción a este nivel con un valor predictivo positivo del 100% y negativo del 88% (75). Asimismo, un intervalo  $>200$  ms desde la estimulación en orejuela de aurícula izquierda hasta el pico positivo de V1 predeciría el bloqueo bidireccional con un valor predictivo positivo del 90% y negativo del 87%, lo que sería aplicable en pacientes en los que el bloqueo se obtiene durante taquicardia (75).

Por último, la no inducibilidad de flúteres atípicos suele ser el *end-point* más habitual del procedimiento. Por ello, tras finalizar la taquicardia clínica y/o otras taquicardias estables que hayan podido surgir durante el procedimiento como resultado del mapeo o la ablación, es recomendable la estimulación auricular programada, con trenes y extraestímulos o trenes decrementales hasta longitudes de ciclo de 200-250 ms.

## Flúteres atípicos en cardiopatía congénita

El flúter auricular es una complicación frecuente y potencialmente fatal en pacientes sometidos a una corrección quirúrgica de una cardiopatía congénita de cualquier tipo (76), ya que aumenta significativamente el riesgo de descompensación de insuficiencia cardíaca o ictus, la necesidad de intervencionismo y la mortalidad global, cardiovascular y súbita, al poder provocar conducción AV rápida, deterioro hemodinámico brusco o tromboembolismo pulmonar o sistémico (77).

En su etiopatogenia intervienen la presencia de cicatrices auriculares por atriotomía, el aumento de presión y volumen auricular inducidos por la cardiopatía de base y la alta prevalencia de bradicardia y disfunción sinusal.

Se estima que casi un 5% de pacientes con cardiopatía congénita presentarán taquicardias auriculares a lo largo del seguimiento, aunque la incidencia es

particularmente alta en pacientes con cardiopatías congénitas complejas, como aquellos con fisiología de ventrículo único (23%) o trasposición de grandes arterias (22%). La incidencia aumenta además de forma proporcional a la complejidad de la cardiopatía, el número de cirugías previas y la edad del paciente. Son factores de riesgo para el desarrollo de taquicardias auriculares la fisiología univentricular, la corrección intracardiaca previa, el ventrículo derecho sistémico, la insuficiencia e hipertensión pulmonares, la insuficiencia de las válvulas AV o la disfunción del ventrículo pulmonar o sistémico (78).

Aunque estos pacientes a menudo desarrollan circuitos incisionales, la mayoría de series muestran que el circuito más comúnmente encontrado es el istmo-dependiente (79), siendo muy frecuente la coexistencia de varios circuitos simultáneos (“en figura de 8”).

En general, los fármacos antiarrítmicos son poco eficaces y conllevan un riesgo no despreciable de proarritmia, eventos adversos y empeoramiento de la función sinusal o del nodo AV, por lo que a menudo se suele recurrir a la cardioversión, la estimulación antitaquicardia (figura 32) o la ablación endocárdica o quirúrgica. De hecho, en adultos con cardiopatía congénita no compleja, la ablación con catéter se considera el tratamiento de primera línea para el control del ritmo en aquellos con episodios sintomáticos o recurrentes, o si existe un potencial riesgo derivado de muerte súbita cardíaca, con una indicación clase I, que baja a clase IIa en aquellos con cardiopatías congénitas más complejas, y siempre que se realice la ablación en un centro experimentado (80).

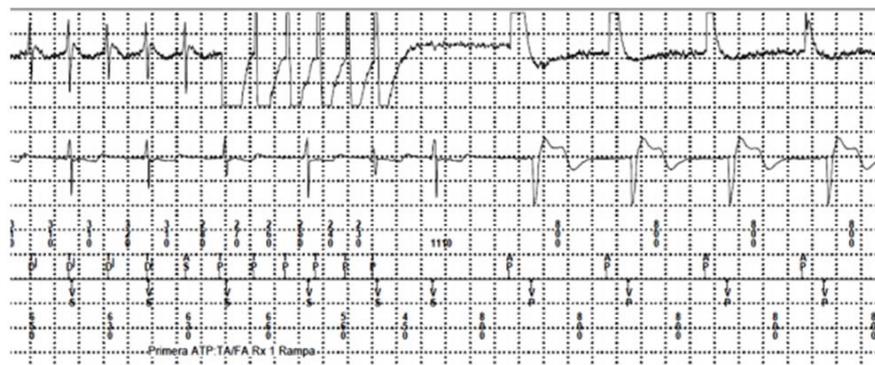


Figura 32. Terapia anti-taquicardia administrada desde el electrodo auricular para la terminación de una taquicardia auricular macrorreentrante.

La ablación con catéter en esta población supone un especial desafío por múltiples aspectos:

- Es frecuente encontrar dificultades en el acceso vascular, debido a fenómenos de trombosis venosa profunda relacionados con el intervencionismo percutáneo previo, así como a la cámara cardíaca objeto de la ablación, debido a la peculiar anatomía cardíaca de cada caso. Por ejemplo, en la ablación de flúter común de los pacientes con trasposición de grandes arterias y cirugía de Mustard es frecuente tener que realizar un abordaje dual, accediendo a las porciones más septales del istmo desde la vena cava inferior (“istmo sistémico”) y a las porciones más laterales desde un abordaje retroaórtico (“istmo pulmonar”) (figura 33 y 34) (81).

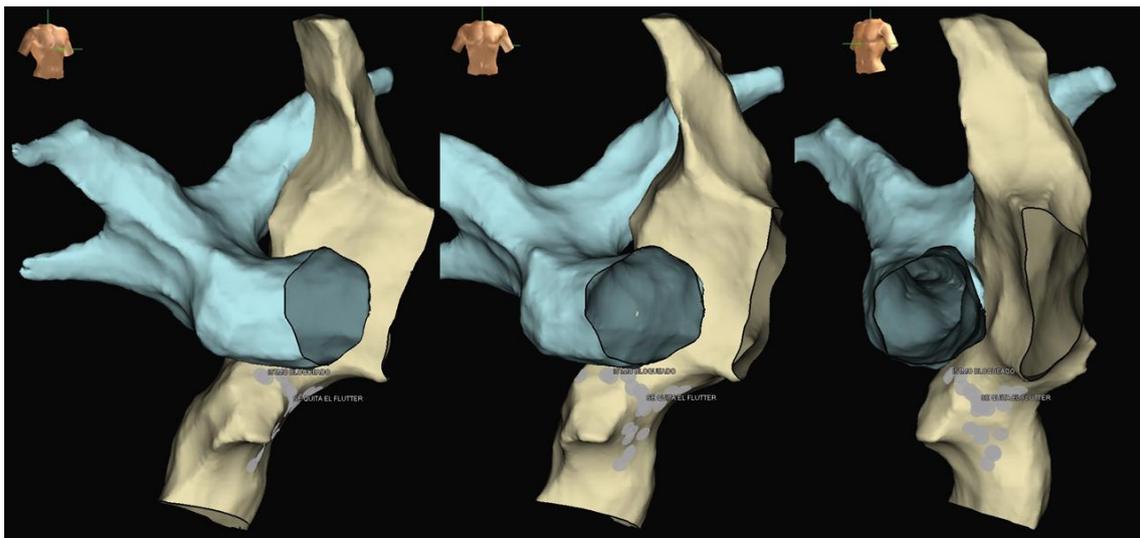


Figura 33. Reconstrucción anatómica realizada en un paciente con transposición de grandes arterias operado con técnica de Mustard (colocación de un parche auricular que deriva la sangre procedente de las venas cavas a la aurícula anatómicamente izquierda, que tiene continuidad con el ventrículo izquierdo y la arteria pulmonar, y la sangre procedente de las venas pulmonares a la aurícula anatómicamente derecha, que tiene continuidad con el ventrículo derecho y la aorta). En este caso se objetivó un flúter común, que pudo ser ablacionado únicamente desde la aurícula anatómicamente izquierda, a la que se accede a través de la vena cava inferior (marcas grises).

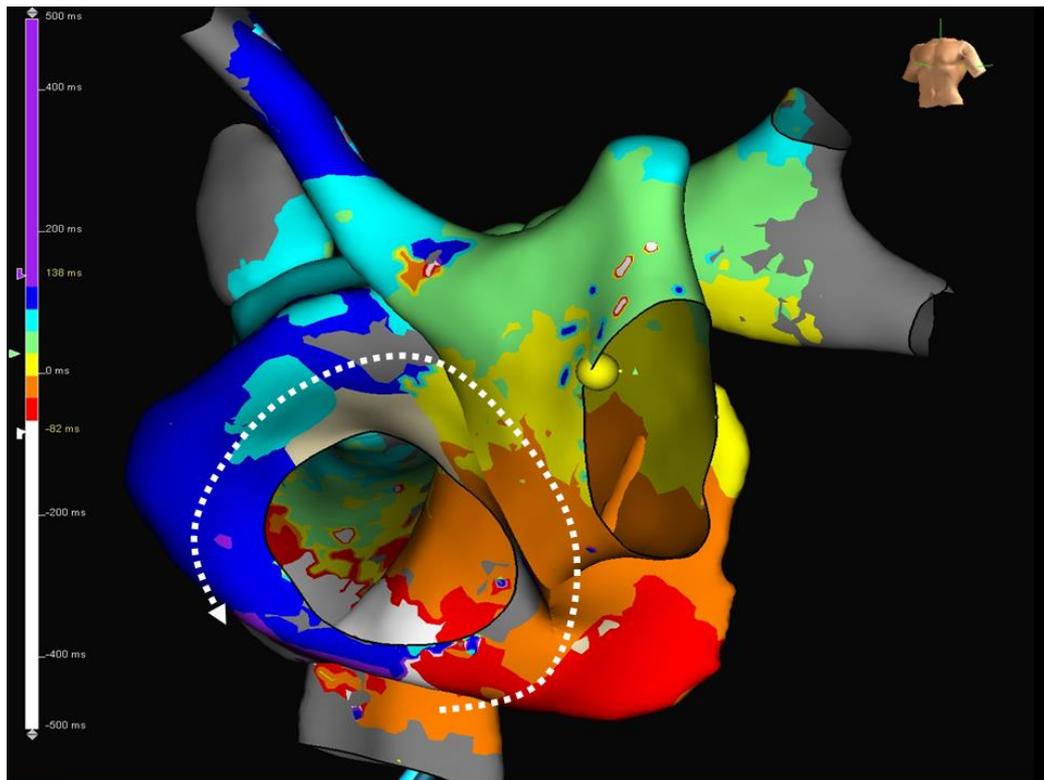


Figura 34. Mapa de activación de un paciente con transposición de grandes arterias operado con técnica de Mustard, que muestra un flúter istmo-dependiente de giro antihorario. En este caso fue necesario un abordaje dual para lograr el bloqueo bidireccional de la conducción a través del istmo cavotricuspidio.

- La dilatación e hipertrofia auriculares son frecuentes, lo que dificulta un correcto posicionamiento y contacto del catéter y la creación de lesiones transmurales.
- El sistema de conducción AV puede estar localizado en un sitio inhabitual (más anterior en pacientes con trasposición de grandes arterias congénitamente corregida(82), más posterior en pacientes con defectos del canal AV, o ambigua en pacientes con fisiología univentricular) o incluso ser doble (“nodos gemelos”).
- En los flúteres incisionales o de pared libre de aurícula derecha es posible lesionar el nervio frénico con las aplicaciones, por lo que será necesario descartar captura frénica en los sitios de ablación (figura 35).
- La coexistencia de múltiples circuitos de taquicardia es habitual, así como la participación de ambas aurículas, sobre todo en pacientes con defectos de los cojines endocárdicos (83).

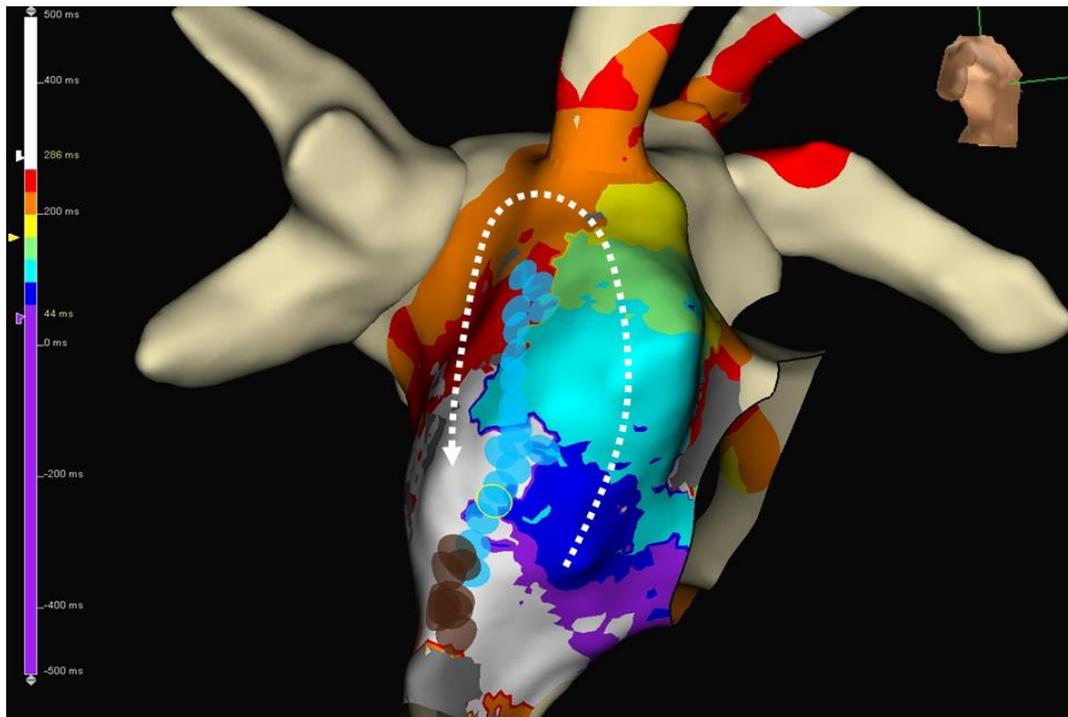


Figura 35. Mapa de activación de un flúter incisional de giro antihorario en un paciente con una tetralogía de Fallot reparada (nótese que la barra de colores se ha invertido, siendo más precoz morado-azul y más tardío rojo-blanco). La presencia de dobles electrogramas se identificó con marcas azules, lo que permitió delimitar la longitud de la cicatriz. Aunque la extensión caudal de la escara con lesiones de radiofrecuencia hasta alcanzar la porción inexcitable de la vena cava inferior es una estrategia de ablación válida, la identificación de captura frénica en esta precisa localización (demarcada en negro) obligó a extender la cicatriz hasta el anillo tricúspide.

Para una ablación eficaz en esta población, además de las técnicas anteriormente referidas para la población general, será de particular interés llevar a cabo una revisión cuidadosa de la cardiopatía congénita del paciente y los detalles de las intervenciones o cirugías previas, si las hubiese, así como disponer de información precisa y actualizada de la anatomía cardíaca obtenida a través de resonancia magnética o tomografía computarizada cardíaca, que podrá además volcarse en los sistemas de mapeo electroanatómico para guiar el procedimiento (figura 36).

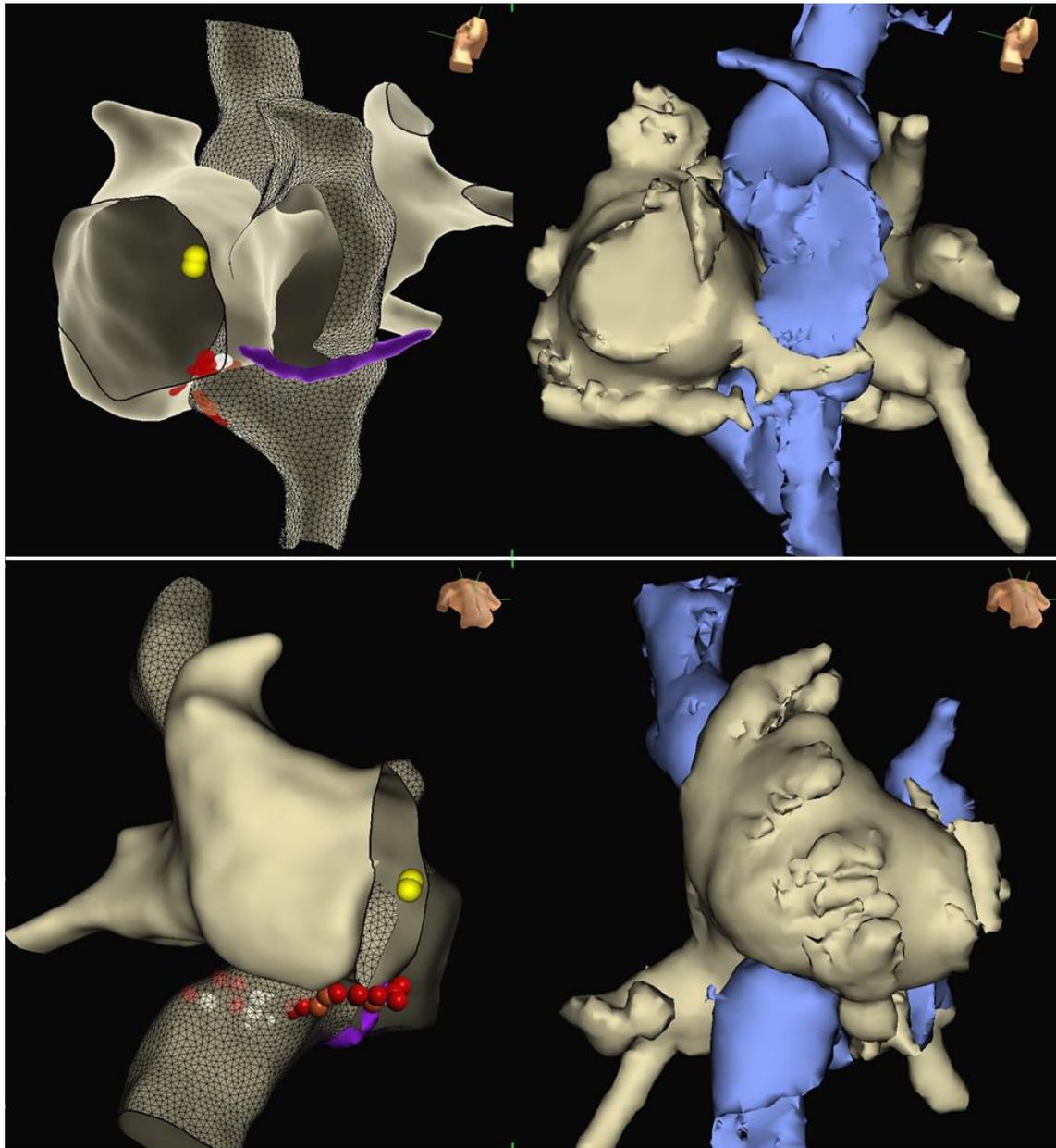


Figura 36. Mapa electroanatómico a la izquierda y reconstrucción tridimensional obtenida mediante tomografía computarizada a la derecha en proyecciones lateral izquierda en el panel superior y oblicua anterior derecha con angulación caudal en el panel inferior de un paciente con transposición de grandes arterias operado con técnica de Mustard. En este caso se identificó un flúter común, que pudo ablacionarse de forma efectiva (bolas rojas) desde la aurícula anatómicamente derecha (a la que se accede retrógradamente a través de aorta).

## Resultados de la ablación

La evidencia en cuanto a los resultados a corto, medio y largo plazo de la ablación de flúter atípico es limitada, con estudios de escaso tamaño muestral y en ocasiones limitados a un tipo de población específico.

### Resultados inmediatos

#### **Efectividad inmediata publicada en la literatura científica**

La tabla 2 muestra de manera resumida los resultados de la ablación de flúter atípico reportados en la literatura científica en cuanto a efectividad inmediata del procedimiento y supervivencia libre de recurrencias.

En el año 2007, Chae y colaboradores (84) publican los resultados del abordaje de taquicardias auriculares postablación de fibrilación auricular empleando tecnología de mapeo convencional (sistema de navegación electroanatómico y catéter de 8 mm). Este estudio, en el que se mapearon 155 taquicardias en 78 pacientes, encontró un mecanismo focal en 18 (12%) y macrorreentrante en 137 (88%), siendo la localización del circuito de flúter no istmo-dependiente en 120. La efectividad para la terminación de la taquicardia en el subgrupo de pacientes con flúter atípico fue del 82.5% en esta serie.

El trabajo de Patel y colaboradores (42), publicado en 2008, resulta pionero en la utilización de mapeo electroanatómico de alta densidad en el abordaje de estas arritmias. Se incluyeron 41 taquicardias detectadas en 17 pacientes, todos ellos con antecedente de ablación de fibrilación auricular, de las cuales se obtuvo un mapa electroanatómico de alta densidad en 33 (81%), por ser el resto no mapeables (de corta duración y no reinducibles). De las arritmias mapeadas, 7 terminaron espontáneamente o con las maniobras de encarrilamiento, por lo que no se llevó a cabo ablación. Del resto (26 taquicardias), se logró la terminación en 25 (tasa de éxito de 95%). No se aportan datos de recurrencias en el seguimiento.

Tabla 2. Efectividad a corto y largo plazo de la ablación de flúter atípico reportada en la literatura. MEA-C: mapeo electroanatómico convencional. MEA-AD: mapeo electroanatómico de alta densidad. ND: no disponible. TA: taquicardia auricular focal. FLA: flúter. \*: Estudios que incluyeron pacientes con flúter atípico y flúter común; se muestra el número de pacientes que presentaron flúter atípico. \*\*: El número de circuitos con mapeo convencional no se reporta.

Autor	Año	N	Flúteres atípicos	Población	MEA-C	MEA-AD	Efectividad	Supervivencia sin recurrencia
<b>Chae</b>	2007	78	120	100% post-ablación	100%	0%	82.5%	77% tras 13±10 meses incluyendo TAF y FLA común
<b>Patel</b>	2008	17	41	100% post-ablación	0%	81% (100% mapeables)	96% (25 de 26)	-
<b>Wieczorek</b>	2013	6*	15	100% primario (escara auricular derecha)	100%	0%	100%	50% tras 34±5 meses
<b>Coffey</b>	2013	91	171	77% post-ablación o MAZE 15% post-cirugía 8% primario	0%	100%	90% (77% septal 97% no septal)	77% tras 16±12 meses (67% septal 82% no-septal)
<b>Scaglione</b>	2014	34*	34	100% congénitos (defecto septal corregido)	100%	0%	100%	-
<b>Ammar</b>	2015	77	77 (perimitrales)	89.5% post-ablación 10% primario	-	-	94.8%	51% tras 16±7 meses
<b>Anter</b>	2016	20	28	95% post-ablación	0	100%	75% (18 de 24)	75% tras 7.5±3.1 meses (15 de 20)
<b>Winkle</b>	2017	23	31	91.3% post-ablación o MAZE 8.7% primario	0%	100%	90.3%	61% tras 1 año
<b>Sundaram</b>	2017	42	26 MEA-AD ** ND MEA-C	100% post-ablación o MAZE	50%	50%	100% MEA-AD 68.2% MEA-C	-
<b>Takigawa</b>	2018	57	80	100% post-ablación	0%	100%	72.5%	73.7% tras 6 meses
<b>Schaeffer</b>	2019	15	15	100% primaria	13.5%	86.5%	93.3%	60% tras 343 días
<b>Giehm-Reese</b>	2019	53	ND	79% post-ablación 8% congénitos 11% primario	43%	57%	85%	51% tras 20±12 meses
<b>Siebermair</b>	2020	55	78	71% post-ablación	0%	100%	97.4%	67.3% tras 2 años
<b>Derval</b>	2020	132	186	100% post-ablación	0%	100%	92.5%	54% tras 13±9 meses incluyendo TAF
<b>Franco</b>	2021	27	44	59% post-ablación	0%	100%	94% (34 de 36)	62% tras 1 año 48.1% tras 19.5±9.7 meses
<b>Balt</b>	2021	82	142	60% post-ablación	72%	28%	78% MEA-AD 57.6% MEA-C	74% tras 1 año MEA-AD 46.5% tras 1 año MEA
<b>Di Cori</b>	2022	73	87	38% post-ablación 12% post-cirugía	56%	44%	80% MEA-AD 56% MEA-C	86% tras 1, 2 y 3 años en MEA-AD 63% tras 1 año, 52% tras 2 años, 50% tras 3 años en MEA-C
<b>Raymond-Paquin</b>	2023	62	95	85% post-ablación	0%	100%	97%	65% tras 13.8±9 meses

En 2013, Wieczorek y Hoeltgen (85) publican un estudio acerca del resultado de la ablación de taquicardias auriculares macrorreentrantes en 7 pacientes con escara auricular derecha espontánea (el 2.1% del total de pacientes que fueron remitidos para ablación de flúter en dicho laboratorio), empleando para su caracterización técnicas de mapeo electroanatómico convencional (no de alta densidad). Salvo en uno de los pacientes, en el que sólo se indujo flúter istmo-dependiente y una taquicardia auricular focal, se trataron un total de 15 flúteres en 6 pacientes, con una efectividad del 100%.

Ese mismo año, Coffey y colaboradores (86) publican un estudio retrospectivo con 91 pacientes con flúter atípico y escara auricular, bien secundaria a una ablación previa (65% de la muestra), bien tras una cirugía de MAZE (12%) u otra cirugía cardíaca (15%), o bien idiopática (8%). Para el mapeo de la arritmia se emplearon catéteres multipolares circulares, más “rudimentarios” que los actuales catéteres dedicados de ultra-alta densidad. Para el análisis de la efectividad aguda, definida como la terminación de todas las taquicardias auriculares inducidas y su no-inducibilidad posterior, se consideró sólo aquellas taquicardias lo suficientemente estables como para llevar a cabo el mapeo y maniobras de encarrilamiento, lo cual sucedió en el 94% de todas las taquicardias. En estas arritmias estables, en las que se llevó a cabo la ablación, se logró la terminación y no-inducibilidad de la taquicardia en el 90%, siendo la tasa de éxito agudo del 97% en pacientes con taquicardias de localización no septal y del 77% en pacientes con taquicardias de localización septal.

En 2014, Scaglione y colaboradores (87) publican un trabajo centrado en una población con cardiopatía congénita, concretamente en 46 pacientes con defecto septal auricular reparado quirúrgicamente, que habían sido remitidos para ablación de taquicardia auricular de cualquier tipo, con documentación de flúter típico en el 48%, flúter atípico en el 35% y taquicardia auricular en el resto. En este trabajo, todos los pacientes presentaron taquicardias auriculares macrorreentrantes con origen en aurícula derecha y en 34 esta taquicardia estuvo en relación con un circuito en torno a la cicatriz de atriotomía, encontrando en el resto un flúter istmo-dependiente. La efectividad reportada del procedimiento para la terminación de la taquicardia fue del 100%.

El trabajo de Ammar y colaboradores (88), publicado en 2015, se centra en el tratamiento del flúter perimitral empleando líneas mitrales anteriores como alternativa a la ablación del ismo mitral clásico, en una población fundamentalmente postablación de fibrilación auricular persistente (54.5% tras un procedimiento de ablación previo y 35% durante el propio procedimiento de ablación, con un 10% de formas primarias). No se especifica en qué proporción de pacientes se empleó mapeo electroanatómico para la confirmación del diagnóstico, ni si éste fue de alta densidad. El trabajo, centrado en describir la tasa de éxito en términos de finalización del flúter con líneas mitrales anteriores, reporta un éxito del 88.3% para una sola línea anterior, aunque éste aumentó hasta el 94.8% al ablacionar, adicionalmente, el ismo mitral clásico.

En el año 2016, Anter y colaboradores (57) publican un estudio de evaluación de una tecnología concreta de mapeo de ultra-alta densidad (catéter Intellimap ORION y navegador Rhythmia) en la ablación de taquicardias auriculares relacionadas con escara auricular en una población de pacientes con ablación endocárdica fallida en los 2 años previos. Se incluyeron 20 pacientes con 28 taquicardias, aunque sólo 24 resultaron mapeables, con una tasa de efectividad del procedimiento en éstas del 75%.

Winkle y colaboradores (89) publican en 2017 una serie de ablación de flúter atípico utilizando mapeo electroanatómico de alta densidad en la que se incluyeron 23 pacientes con 31 taquicardias, la mayoría de los cuales tenían antecedente previo de ablación quirúrgica o con catéter (91.3%) y reportando una tasa de efectividad del 90.3%. Ese mismo año, Sundaram y colaboradores (90) publican un trabajo centrado exclusivamente en población postablación en el que realizan mapeo electroanatómico de alta densidad en 26 taquicardias de 21 pacientes, comparándolo con una cohorte histórica de 21 pacientes en los que se emplearon técnicas de mapeo estándar, observando un menor tiempo de procedimiento y fluoroscopia, así como una mayor efectividad (terminación del 100% de las taquicardias con mapeo de alta densidad comparado con un 68.2% en la cohorte histórica). No se reporta información acerca de las recurrencias a medio o largo plazo.

En 2018, Takigawa y colaboradores (61) publican un trabajo centrado en la caracterización con mapeo de alta densidad de determinados circuitos de flúter

(peritricuspídeo, perimitral y dependiente de techo) en pacientes sometidos a ablación endocárdica previa de fibrilación auricular, concretamente en la definición de las áreas de bajo voltaje auricular, localización anatómica del circuito y descripción del istmo crítico de la taquicardia, aunque reportando datos en cuanto a resultados a corto y medio plazo. Este trabajo incluyó a 57 pacientes con 88 taquicardias (80 de las cuales no fueron peritricuspídeas clásicas), reportando una efectividad para la terminación aguda de la taquicardia del 72.5%, mayor para los circuitos peritricuspídeos no clásicos (100%) y menor para los circuitos perimitrales (73.8%) o dependientes de techo (63.3%).

En el trabajo de Schaeffer (13), publicado en 2019 y centrado en una población seleccionada sin antecedentes de ablación, cirugía cardíaca o cardiopatía congénita y en el que se incluyeron 15 pacientes, en 13 de los cuales se empleó mapeo electroanatómico de alta densidad y encontrando una mayoría de flúteres de mecanismo macrorreentrante (80%), se reporta una tasa de terminación de la arritmia del 93.3%. Ese mismo año, el trabajo de Giehm-Reese y colaboradores (91) que incluyó a todos los pacientes consecutivos remitidos para ablación en su centro (la mayoría con antecedente previo de ablación en aurícula izquierda, con una representación pequeña de pacientes congénitos operados y formas primarias) en los que se empleó tecnología de mapeo de alta densidad a criterio del operador (con una utilización del 57%), encontró una tasa de efectividad del procedimiento, en cuanto a terminación de taquicardia y no-inducibilidad de arritmias, del 85%.

En 2020, Siebermair y colaboradores (92) publican un trabajo centrado en la descripción de las diferencias en los circuitos de flúter atípico izquierdo entre pacientes sometidos a procedimiento previo de ablación o *naive* empleando tecnología de mapeo de alta densidad, en el que incluyeron 55 pacientes y 78 flúteres, encontrando una tasa de terminación del 97.4%. El trabajo describe una mayor proporción de flúteres en torno a estructuras anatómicas fijas (por ejemplo, el anillo mitral) en pacientes con antecedente de ablación previa comparado con los pacientes con atriopatía primaria. Ese mismo año, el grupo de Derval (93) publica un trabajo con la intención de caracterizar las taquicardias auricular complejas que aparecen en pacientes sometidos a procedimientos previos de ablación empleando tecnología de mapeo de alta densidad, reportando una tasa de terminación del 92.5% considerando únicamente los pacientes

con taquicardias auriculares reentrantes y excluyendo aquellos con circuitos inestables o en los que se produjo terminación mecánica de la arritmia.

Nuestro grupo publicó en 2021 (58) un trabajo centrado en la utilidad del análisis y ablación de regiones con fragmentación empleando una tecnología concreta de mapeo de alta densidad (catéter Intellamap ORION y navegador Rhythmia) en la ablación de flúter atípico, con una población de 27 pacientes de etiologías mixtas (59% postablación), reportando una tasa de efectividad para la terminación del flúter del 94%, considerando aquellos casos en los que el flúter fue mapeable y no hubo terminación mecánica de la taquicardia previo a la ablación. Ese mismo año, Balt y colaboradores (62) publicaron un estudio comparado los resultados del mapeo de ultra-alta densidad y el mapeo convencional en una población de 82 pacientes también con etiologías mixtas (60% postablación) en los que se trataron 142 taquicardias, reportando una efectividad del procedimiento del 78% empleando ultra-alta densidad y del 57.6% empleando técnicas de mapeo convencionales.

Ya en 2022, Di Cori y colaboradores (94) publican los resultados de la ablación de flúter atípico empleando tanto técnicas de mapeo de ultra-alta densidad (realizado con cualquiera de los 3 navegadores de uso comercial más extendidos) como técnicas de mapeo convencional, en una población de etiologías mixtas, teniendo un 38% de pacientes antecedentes de ablación y un 12% cirugía cardíaca. En este trabajo, que incluyó a 73 pacientes, en 35 de los cuales se utilizó mapeo de ultra-alta densidad, la efectividad de la ablación fue del 80% en el grupo en este grupo comparado con 56% en el grupo que utilizó técnicas de mapeo convencional.

Muy recientemente, en 2023, Raymond-Paquin y colaboradores (95) han publicado un trabajo acerca de los resultados de la ablación de flúter atípico en una cohorte contemporánea de pacientes, la mayoría con antecedente previo de ablación de fibrilación auricular o flúter (85%), empleando tecnología de mapeo de ultra-alta densidad. En el estudio, que incluyó 62 pacientes y 95 flúteres, se reporta una efectividad del 97%.

Globalmente, podríamos afirmar que los resultados inmediatos actuales de la ablación de flúter atípico empleando cartografía de activación y mapeo de alta densidad

son buenos, con tasas de terminación de la taquicardia superiores al 90% cuando se toman en consideración flúteres mapeables (estables) y se excluyen aquellos con terminación prematura mecánica o espontánea.

### **Registro Español**

Según el último registro español de ablación con catéter (XXI informe oficial de la Asociación del Ritmo Cardíaco de la Sociedad Española de Cardiología 2021 (10)), publicado en diciembre de 2022 en Revista Española de Cardiología y que recoge información sobre los procedimientos de ablación de taquicardia auricular macrorreentrante en pacientes con antecedente de ablación previa de fibrilación auricular (33%), cardiopatía congénita (15%) o cirugía cardíaca (8.3%), así como casos primarios, la tasa de éxito reportada en cuanto a terminación de la arritmia es de tan sólo el 79%, proporción significativamente menor a la de otros sustratos arrítmicos y solamente seguida en efectividad por la ablación de taquicardia ventricular en pacientes no isquémicos. Es de resaltar que sólo en el 84% de los casos se empleó un sistema de mapeo electroanatómico de cualquier tipo (por lo que es esperable una proporción incluso menor de mapeo de alta densidad). Hubo una tasa de complicaciones del 2.5%, siendo las más frecuentes el derrame pericárdico (1.1%) seguido de las complicaciones vasculares (0.9%) y la embolia (0.1%).

Si intentamos comparar estos datos con los registros previos, encontramos que hasta el XVII informe oficial de la Asociación del Ritmo Cardíaco de la Sociedad Española de Cardiología 2017 (96) no se comenzaron a reportar las tasas de éxito del procedimiento de ablación de taquicardia auricular macrorreentrante. En dicha fecha, se hacen públicas las tasas de éxito desde 2011 en adelante, que oscilan entre el 72% y el 78%, con una tasa inusualmente elevada (88%) en 2014. En el año 2017, primero del que se dispone de datos detallados, sólo el 59.2% de centros participantes habían abordado este sustrato y la ablación de este tipo de taquicardias comprendía el 3.5% de todos los procedimientos, con una tasa de terminación del 76%. Ese año se reporta una utilización de catéteres de ablación con tecnología de sensado de fuerza de contacto de un 37.4% y empleo de navegador electroanatómico en el 51.5%, siendo la tasa de complicaciones similar a la más recientemente reportada, de 2.2%

## **Resultados a medio y largo plazo**

La evidencia científica acerca de los resultados a medio o largo plazo de la ablación de flúter atípico es incluso algo más escasa que la relativa a los resultados inmediatos.

En el trabajo de Chae y colaboradores (84), que empleó tecnología de mapeo convencional para el abordaje de taquicardias auriculares en pacientes postablación de fibrilación auricular se reporta una supervivencia libre de recurrencia de arritmia auricular del 77% tras una media de seguimiento de  $13\pm 10$  meses, pero en estos resultados incluyen también a los pacientes con taquicardias auriculares de mecanismo focal, así como a aquellos cuyo circuito macrorreentrante fue peritricuspídeo.

En el pequeño estudio de Wieczorek y Hoeltgen (85) centrado en pacientes con escara auricular derecha con mapeo convencional, la supervivencia libre de arritmias auriculares fue del 50% tras una media de seguimiento de  $34\pm 5$  meses, ya que 2 pacientes volvieron a presentar un flúter atípico con origen en aurícula derecha y 2 recidivaron en forma de flúter atípico izquierdo y fibrilación auricular.

En el trabajo de Coffey (86) del mismo año, que incluyó pacientes con escara auricular de cualquier origen con técnicas de mapeo de alta densidad (aunque con catéter de mapeo multipolares no dedicados), la supervivencia libre de arritmias auriculares fue del 77% tras una media de seguimiento de  $16\pm 12$  meses, mayor en pacientes que habían presentado taquicardias de localización no septal (82%) en comparación con lo de dicha localización (67%), aunque sin que esta diferencia observada alcanzara la significación estadística. También observaron diferencias en los resultados a largo plazo en función del substrato subyacente, encontrando una supervivencia libre de recurrencias excelente en pacientes con procedimiento de ablación quirúrgica previa (90%) y baja en aquellos con escara auricular espontánea (57%), aunque sin diferencias estadísticamente significativas debido al pequeño tamaño muestral del grupo de pacientes con atriopatía primaria.

El trabajo de Scaglione y colaboradores (87), centrado en población con defecto auricular septal reparado quirúrgicamente con taquicardias auriculares de aurícula derecha, aporta evidencia acerca de la recurrencia a muy largo plazo, con una

supervivencia libre de arritmias auriculares del 76.1% tras una media de seguimiento de  $7.3\pm 3.8$  años. Sin embargo, no se hizo distinción entre las diferentes poblaciones en cuanto a arritmia documentada (flúter típico, atípico o taquicardia auricular) o en cuanto al circuito tratado (flúter istmo-dependiente o relacionado con la atriotomía).

En el trabajo de Ammar y colaboradores (88), centrado en el tratamiento del flúter perimitral empleando líneas mitral anteriores en una población seleccionada de pacientes postablación de fibrilación auricular persistente, se reportan buenos resultados a medio plazo, con una supervivencia libre de recurrencias cercana al 75% tras una media de seguimiento de  $7.5\pm 3.1$  meses.

El estudio publicado por Anter y colaboradores (97), aunque enfocado en la evaluación de la utilidad de una tecnología concreta de mapeo de ultra-alta densidad en la ablación de flúteres atípicos con procedimiento previo fallido, también aporta algunos datos a medio plazo, con una supervivencia libre de arritmias auriculares del 75% en 20 de los 28 pacientes remitidos a ablación, tras un período de seguimiento de  $7.5\pm 3.1$  meses. Más prolongado es el seguimiento aportado por Winkle y colaboradores (98) en una población similar de pacientes postablación de fibrilación auricular con empleo de tecnología de mapeo de alta densidad, siendo en este caso la supervivencia libre de arritmias auriculares del 61% tras 1 año.

Aunque más centrado en la caracterización anatómica y funcional con mapeo de ultra-alta densidad de determinados circuitos de flúter atípico postablación, el trabajo de Takigawa (61) también reporta resultados a medio plazo, con una supervivencia libre de arritmias auriculares del 73.7% a los 6 meses.

Por su parte, en el estudio de Schaeffer (13), que incluyó una población seleccionada de pacientes con atriopatía primaria y mapeo de alta densidad, la supervivencia libre de recurrencias tras un seguimiento cercano al año fue del 60%.

El trabajo de Giehm-Reese y colaboradores (91), que incluyó a una población mixta, aunque fundamentalmente compuesta por pacientes con antecedente de ablación auricular izquierda, y en el que se empleó mapeo de alta densidad en aproximadamente la mitad de los pacientes, reporta una supervivencia libre de arritmias auriculares del 51% tras un seguimiento medio de  $20\pm 12$  meses, siendo claramente peor

para los pacientes que quedan inducibles en el procedimiento índice que para los que no. El estudio de Siebermair y colaboradores (92), con una proporción similar de antecedente de ablación previa pero empleando mapeo de alta densidad en todos los casos, reportó una supervivencia libre de recurrencia tras período de *blanking* de 3 meses de 67.2% tras 2 años de seguimiento, sin diferencias entre los pacientes postablación o *naive*.

Los resultados del estudio llevado a cabo por Derval y colaboradores (93) en población postablación empleando mapeo electroanatómico de alta densidad encontró una supervivencia libre de recurrencias del 54% tras una media de  $13 \pm 9$  meses de seguimiento, excluyendo a los pacientes que presentaron arritmias de mecanismo focal.

El trabajo de nuestro grupo (47) centrado en la utilidad del análisis y ablación de regiones con fragmentación en la ablación de flúter atípico y que incluyó una población mixta, encontró una supervivencia libre de recurrencias del 62% al año considerando un período de *blanking* postablación de 2 meses, aunque la supervivencia cayó a menos de la mitad (48.1%) tras un período de  $19.5 \pm 9.7$  meses. Otro trabajo publicado el mismo año por Balt y colaboradores (62) en una población similar con la intención de comparar los resultados de las técnicas de mapeo de ultra-alta densidad con las técnicas convencionales, encontró una supervivencia libre de arritmias auriculares del 74% en el primer año en el caso de la ultra-alta densidad y del 46.5% con las técnicas convencionales.

Sorprendente resulta la tasa de supervivencia libre de recurrencias a largo plazo reportada por el trabajo de Di Cori (94) que comparó los resultados con el empleo de tecnología de alta densidad o convencional en una población de etiologías mixtas, siendo mucho mayor y estable en el tiempo en el primer grupo (86% tras el primer, segundo y tercer año de seguimiento) y muy inferior en el segundo (63% tras un primer año, bajando hasta el 52% y el 50% en el segundo y tercer años, respectivamente).

En el más reciente hasta la fecha trabajo acerca de resultados de la ablación de flúter atípico empleando mapeo de ultra-alta densidad y catéteres de ablación por radiofrecuencia de Raymond-Paquin y colaboradores (95), la supervivencia libre de arritmias auriculares se cifró en el 65% tras un seguimiento medio de  $13.8 \pm 9.0$  meses.

Finalmente, algunos grupos han comenzado a publicar resultados sobre la utilidad de la PFA en la ablación de flúteres atípicos (99), empleando un catéter multipolar deflectable y de morfología configurable (Farapulse, de Boston Scientific), diseñado para el aislamiento de venas pulmonares, para tratar flúteres atípicos izquierdos de mecanismo tanto macro como microrreentrante en pacientes con antecedente de ablación izquierda previa mediante la creación de lesiones lineales, consiguiendo una ablación efectiva (con terminación del flúter y bloqueo bidireccional de la conducción) en techo y pared posterior auriculares. Sin embargo, fue necesaria la aplicación de radiofrecuencia para el bloqueo bidireccional en el caso de realizar líneas anteriores o una ablación del istmo mitral clásico (entre vena pulmonar inferior izquierda y el anillo mitral), lo que podría implicar que la profundidad de las lesiones sea suficiente para la ablación en techo y pared posterior pero no en localizaciones con un grosor auricular mayor, como las paredes anterior y lateral (100,101). No existen aún estudios publicados con resultados a medio o largo plazo respecto de la efectividad de esta tecnología, tanto en término de durabilidad de las lesiones, como en términos de efectividad clínica (prevención de recurrencias).

Aunque son pocos los trabajos centrados en población con cardiopatía congénita, los resultados a medio-largo plazo en esta población son también subóptimos, con una tasa de recurrencias cercana al 60% (102). En este sentido, son predictores de recurrencia la ablación a edad tardía, los pacientes con reparación tipo Fontan o Senning/Mustard, la dilatación auricular, el número de circuitos de taquicardia encontrados, la existencia de un circuito no istmo-dependiente y el no empleo de navegador electroanatómico o catéter de ablación irrigado (103,104).

## Hipótesis

La hipótesis de este trabajo es que los resultados de la ablación de flúter atípico con los medios actualmente disponibles, fundamentalmente en lo referido al mapeo electroanatómico de alta densidad con catéteres diagnósticos dedicados (también llamada “ultra-alta densidad”), son muy buenos a corto plazo, gracias a la gran discriminación y rapidez de adquisición de las herramientas diagnósticas que permiten una definición exacta del circuito implicado, lo que redundaría en una ablación precisa y una elevada efectividad inmediata del procedimiento (en cuanto a la terminación tanto del flúter clínico como al subsiguiente mapeo y terminación de todos los flúteres inducibles durante el procedimiento). Sin embargo, los resultados a medio y largo plazo continúan siendo pobres, con una elevada recurrencia de arritmias auriculares en el seguimiento, tanto por recidiva en forma de taquicardia auricular macrorretrante relacionada con el sustrato auricular previo o el nuevo sustrato auricular yatrogénico, como por aparición de otras taquicardias auriculares, especialmente fibrilación auricular, que pudieran estar en relación con la evolución de la enfermedad auricular subyacente.

Estos resultados podrían presentar diferencias notables atendiendo a diferentes subpoblaciones. A pesar de su compleja anatomía cardíaca, hoy perfectamente abordable con los actuales sistemas de mapeo electroanatómico con fusión de imagen cardíaca para la planificación preprocedimental, los pacientes con cardiopatías congénitas podrían presentar una evolución más benigna con menor tasa de recurrencias, dada su menor edad y menores antecedentes de fibrilación auricular previa, lo que les predispondría a una menor evolución de la atriopatía auricular. Por otro lado, los pacientes con atriopatía primaria no yatrogénica (no operados ni sometidos a ablación previa), cada vez más representados en los laboratorios de electrofisiología debido al envejecimiento poblacional y al uso más extensivo de los procedimientos de ablación por la mayor seguridad de las técnicas actuales, podrían presentar un curso menos benigno con mayor tasa de recidiva. Los pacientes con flúter atípico postablación o postcirugía podrían presentar un curso clínico intermedio, dado

que representarían una población de edad y perfil de riesgo intermedios respecto de las anteriores, quizá con un curso ligeramente peor en los pacientes postablación dada su mayor prevalencia de fibrilación auricular previa y posible remodelado auricular adverso.

## Objetivos

### Objetivos primarios

- Determinar la efectividad a corto plazo (inmediata) del procedimiento de ablación de flúter atípico, en cuanto a la terminación de la taquicardia clínica y todas las taquicardias inducidas hasta lograr estabilización en ritmo sinusal sin necesidad de cardioversión eléctrica.
- Determinar la efectividad a medio (en el primer año) y largo plazo (más allá del año) del procedimiento de ablación de flúter atípico, en cuanto al mantenimiento del ritmo sinusal sin aparición de nuevas taquicardias auriculares.
- Determinar la utilidad de la ablación de flúter atípico en una estrategia de control del ritmo auricular, evitando la evolución a arritmia auricular permanente.

### Objetivos secundarios

- Describir las características de localización, anatómicas y/o electrofisiológicas de los flúteres atípicos presentados por una población no seleccionada de pacientes, esto es, en todos los pacientes consecutivos remitidos para un procedimiento de ablación de flúter atípico con documentación electrocardiográfica de la arritmia.
  - Analizar las diferencias en las características de localización, anatómica y/o electrofisiológicas en función de diferentes poblaciones preespecificadas: pacientes con atriopatía primaria, procedimiento previo de ablación auricular, procedimiento previo de cirugía cardíaca o cardiopatía congénita.
- Describir las características de los pacientes remitidos para ablación de flúter atípico en una cohorte actual de un laboratorio de electrofisiología de un centro sanitario público de tercer nivel, con amplia experiencia en ablación de arritmias complejas.

- Encontrar predictores de localización en aurícula izquierda o mecanismo macrorreentrante.
  - Analizar las diferencias en las características de los pacientes remitidos para ablación en función de diferentes poblaciones preespecificadas.
- Analizar la seguridad del procedimiento determinando las complicaciones intra-procedimiento y postprocedimiento.
- Analizar las diferencias en la efectividad a corto plazo (inmediata) y a medio y largo plazo (en el primer año y después) entre diferentes poblaciones preespecificadas.
- Encontrar predictores de la efectividad a corto plazo (inmediata) y a medio y largo plazo (en el primer año y después) entre las características de los pacientes, de los flúteres mapeados y/o del propio procedimiento de ablación.
- Encontrar predictores de evolución a arritmia auricular permanente en los pacientes incluidos.

## Métodos

Se llevó a cabo un estudio **observacional, unicéntrico**, de carácter **descriptivo** para el objetivo primario y **analítico** para los objetivos secundarios, **longitudinal** y **ambispectivo** (se recogió información de los casos realizados desde la instauración en el centro de la técnica de mapeo electroanatómico de alta densidad, en junio de 2015, con reconstrucción del seguimiento hasta el momento del inicio de la recogida de datos y continuación del seguimiento prospectivamente hasta la finalización del estudio, en diciembre de 2022). La inclusión de pacientes se realizó mediante muestreo de **casos consecutivos** (se incluyeron todos los individuos que cumplieron los criterios de inclusión y ninguno de exclusión).

### Población de estudio

#### Criterios de inclusión

Se incluyeron todos los pacientes con diagnóstico clínico de flúter atípico documentado electrocardiográficamente (de acuerdo a la definición de flúter atípico, ver apartado introducción), bien por ECG de 12 derivaciones o bien por Holter de 24 horas, que fueron remitidos al laboratorio de electrofisiología para ablación del mismo, desde junio de 2015 hasta diciembre de 2021 (para asegurar al menos 1 año de seguimiento tras la ablación), y en los que se utilizara un navegador con su correspondiente catéter de mapeo de alta densidad de entre los disponibles en el centro (sistema Carto3 y catéter PentaRay NAV de Biosense Webster, desde junio de 2015; sistema Rhythmia y catéter Orion de Boston, desde junio de 2016; sistema Ensite Precision y catéter HDGrid de Abbott, desde marzo de 2017; sistema Ensite X y catéter HDGrid, desde mayo de 2021).

## **Criterios de exclusión**

No se incluyeron los pacientes con mapeo y ablación de flúter atípico en los que no existiera un diagnóstico clínico previo del mismo con documentación electrocardiográfica (por ejemplo, pacientes remitidos para ablación de fibrilación auricular en los que se indujera flúter atípico, bien espontáneamente o bien como consecuencia del propio procedimiento de ablación, como puede ser habitual en pacientes con fibrilación auricular persistente en los que se realiza una estrategia de búsqueda y eliminación de *drivers* con ablación auricular extensa).

También se excluyeron aquellos pacientes con sospecha de flúter atípico por electrocardiograma, pero en los que finalmente se demostrara que la taquicardia clínica correspondía con una taquicardia auricular focal no reentrante (de mecanismo automático o por actividad desencadenada).

## **Procedimiento de ablación**

El procedimiento de ablación se llevó a cabo de acuerdo con la metodología habitual del centro y por cualquiera de los electrofisiólogos que componen la unidad de arritmias. A continuación, se describe la metodología de trabajo más empleada, aunque los detalles concretos pueden variar en cada caso en función de las características del paciente y disponibilidad de recursos.

## **Preparación del caso**

El paciente con diagnóstico clínico de flúter atípico y con documentación electrocardiográfica del mismo es remitido a ablación a criterio del cardiólogo responsable, tras una valoración en consulta general, o bien a criterio de uno de los electrofisiólogos del centro, tras valoración en consulta monográfica de arritmias. En ambos casos, el ECG de 12 derivaciones en el que se identificó el flúter atípico es conservado para posterior referencia durante el procedimiento, de cara a la identificación del flúter clínico respecto de otros flúteres que pudieran inducirse.

Si la tolerancia clínica del paciente lo permite, no se programa cardioversión eléctrica previa a la realización del procedimiento, para aumentar las posibilidades de llegada en el flúter clínico. Si existe repercusión clínica o hemodinámica significativa, se intenta la programación urgente del caso, o bien se realiza cardioversión eléctrica.

El caso es programado como de larga duración, lo que implica la ocupación de la totalidad o práctica totalidad del turno de mañana de una de las salas de electrofisiología, y su realización se lleva a cabo bajo anestesia general siempre que sea posible, con el objetivo de garantizar una absoluta quietud del paciente que garantice la coherencia del mapa o sucesivos mapas electroanatómicos empleados y minimizar las molestias ocasionadas por la aplicación de radiofrecuencia en determinadas localizaciones anatómicas.

Se emplean preferentemente 3 accesos vasculares venosos; la punción se realiza con guía ecográfica para minimizar el riesgo de complicaciones.

- El primero se emplea para la introducción de un catéter diagnóstico multipolar (preferentemente de 20 o 24 polos) que queda alojado dando la vuelta al anillo tricúspide y con su extremo distal en el seno coronario, que se utiliza para el análisis de la secuencia de activación auricular, la estimulación auricular como parte de las maniobras de inducción o encarrilamiento, y como referencia para el mapeo electroanatómico de activación. Infrecuentemente se utilizan catéteres de 10 polos introducidos únicamente en seno coronario.
- El segundo y tercero se emplean para la introducción del catéter diagnóstico dedicado de mapeo de alta densidad específico de cada sistema de mapeo y el catéter de ablación irrigado específico (Flexability o TactiCath para Ensite, MiFi o StablePoint para Rhythmia y Thermocool SmartTouch para Carto3). Para el mapeo y ablación de flúteres izquierdos, habitualmente, el catéter de mapeo se introduce a través de una vaina SL1 (utilizada junto con una aguja BRK para la punción transeptal), y el de ablación se introduce a través de la misma punción sin vaina, empleando técnica de "2 por 1", con el objetivo de disponer simultáneamente del catéter diagnóstico y de ablación, lo que

permite una mejor comprobación del bloqueo bidireccional de la conducción a través de las líneas de ablación realizadas). La utilización de vainas deflectables (Agilis, Abbott) se reservó para casos con gran dificultad a la movilización de los catéteres.

### **Fase diagnóstica**

Una vez obtenidos los accesos vasculares, se coloca el catéter multipolar diagnóstico que servirá de referencia, preferentemente en torno a ambos anillos valvulares auriculoventriculares, con el objetivo de poder visualizar la activación en ambas aurículas de forma simultánea. Si el paciente llega al procedimiento en flúter se realiza un análisis de la secuencia y precocidad de la activación para intentar determinar la localización del circuito, realizando ciclos de retorno conforme a lo detallado en la introducción para el diagnóstico de certeza de la cámara implicada. Si el paciente llega al procedimiento en ritmo sinusal, se realiza estimulación auricular programada con trenes y extraestímulos o rampas para tratar de inducir el flúter clínico. Si el paciente llega en fibrilación auricular, se realiza preferentemente un protocolo de intentó de paso a ritmo sinusal o a una arritmia auricular organizada mediante ablación guiada por búsqueda e identificación subjetiva de regiones *driver* de fibrilación auricular; en otras ocasiones se realiza cardioversión eléctrica, con posterior inducción de flúter desde ritmo sinusal o bien ablación de sustrato en ritmo sinusal.

A continuación, se obtiene el mapa de activación y voltaje de alta densidad de la cámara implicada y, una vez finalizado, se procede a la interpretación de los hallazgos mediante análisis sistemático: mecanismo de la taquicardia, definición del circuito de flúter, estructuras anatómicas implicadas, participación de regiones de escara, istmo crítico y/o anatómico de la taquicardia, etc. Una vez formulada la hipótesis, ésta se corrobora mediante la realización de maniobras selectivas de encarrilamiento, salvo en circuitos con riesgo alto de inestabilización.

Durante la fase de mapeo y ablación en aurícula izquierda (para flúteres izquierdos) se realizan determinaciones periódicas del tiempo de coagulación activado (ACT), con administración de heparina sódica ajustada al peso del paciente para su mantenimiento con un objetivo de 350-400 segundos.

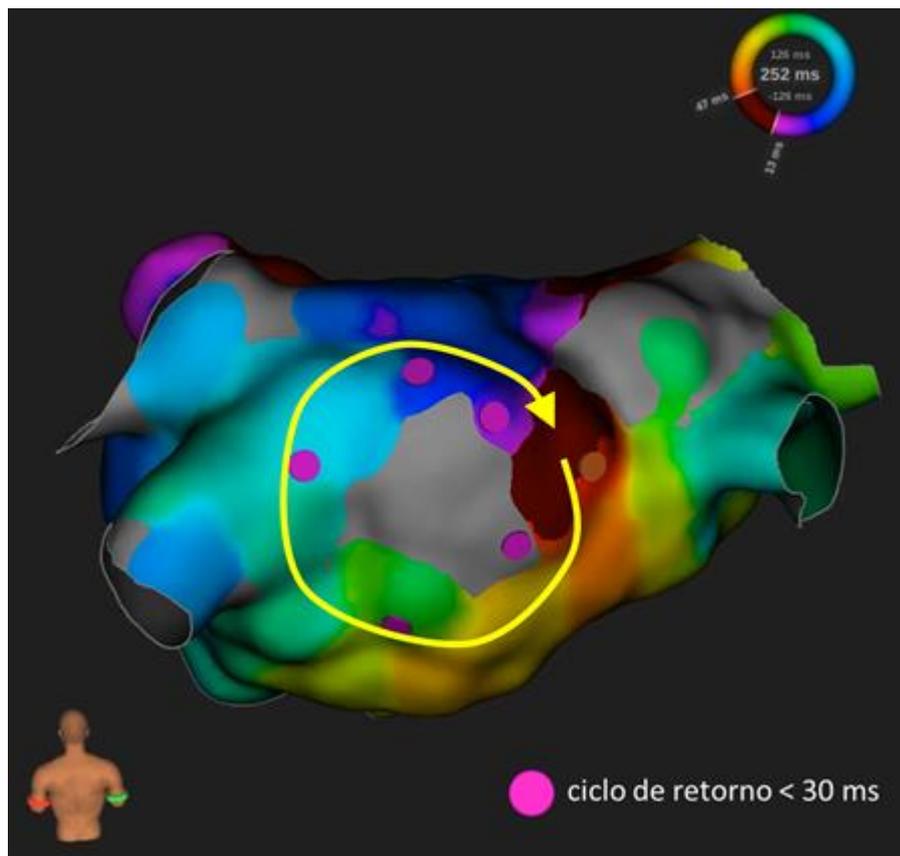


Figura 37. Mapa de activación obtenido con sistema Rhythmia de aurícula izquierda en proyección posterior durante un flúter de giro horario alrededor de una escara posterior espontánea. Se realizaron ciclos de retorno en regiones con fragmentación en torno a la escara posterior para confirmar su participación en el circuito, anotando con un *tag* rosa aquellas zonas con longitud de ciclo <30 ms.

### **Fase terapéutica**

Una vez definido el circuito o circuitos de flúter, se procede a su ablación, con creación de lesiones de radiofrecuencia focales o lineales a criterio del operador para la terminación de la arritmia; la potencia varía entre 30-50W, también a criterio del operador. Se utilizan índices automáticos de tamaño de lesión (Ablation Index de Carto3, Lesión Size Index de Abbott) en caso de estar disponibles. Si existe paso a ritmo sinusal, se realiza protocolo de inducibilidad de nuevas taquicardias mediante estimulación auricular programada con rampas hasta 200-250 ms de longitud de ciclo. Si existe paso a otra taquicardia, se realiza mapeo y ablación de dicha taquicardia. En caso de inducirse

nuevas taquicardias, se procede a su mapeo y ablación hasta conseguir la no inducibilidad (salvo excepcionalmente en casos muy prolongados, en cuyo caso se permite finalizar el caso sin comprobación de la no inducibilidad).

En caso de no lograr mapear y/o realizar una ablación efectiva de la taquicardia, se procede a la realización de una cardioversión eléctrica programada. El procedimiento de ablación finaliza cuando se logra ritmo sinusal estable, sin inducibilidad de nuevas taquicardias, o bien si se procede a cardioversión eléctrica, con la comprobación del bloqueo bidireccional de la conducción a través de todas las líneas de ablación realizadas.

### **Postprocedimiento inmediato**

La hemostasia sobre el acceso vascular se realiza habitualmente con sutura en 8. Tras esto, se comprueba mediante ecocardiografía en sala la ausencia de derrame pericárdico, procediendo a su drenaje en caso de demostrarse. Tras retirar la anestesia general o sedación del paciente, este permanece en hospital de día durante unas horas hasta comprobar que permanece alerta y colaborador y que es capaz de realizar una adecuada tolerancia oral, y pasa entonces a planta de hospitalización, donde permanece ingresado hasta el día siguiente. Allí se administra medicación anticoagulante de acuerdo a pauta previa del paciente, se retira sutura en 8 pasadas las 6 horas del procedimiento, se vigila sangrado a través de la punción, y se permite la deambulación limitada por la habitación. Al día siguiente se realiza electrocardiograma de control, se comprueba presencia de complicaciones a nivel del acceso vascular y se permite la deambulación libre, procediendo al alta a domicilio si no ha habido complicaciones. En pacientes no anticoagulados previamente, se inicia la anticoagulación oral la tarde del día de la intervención, y se mantiene al menos 1 mes (flúteres derechos) o 2 meses (flúteres izquierdos).

## Seguimiento clínico y manejo postablación

Se realizó seguimiento presencial en consulta monográfica de arritmias con realización de electrocardiograma y/o Holter, a criterio del médico responsable, a los 3, 6 y 12 meses desde la intervención, pasando posteriormente a realizar seguimiento anual, según protocolo del centro, o con mayor periodicidad, a juicio del médico responsable. Este seguimiento presencial se vio transitoriamente afectado para algunos pacientes durante el período más restrictivo de la pandemia por COVID-19, durante el cual las visitas presenciales fueron sustituidas por visitas telefónicas y la realización de ECG o Holter de control se vio aplazada. Se consideró recidiva electrocardiográfica la aparición de cualquier taquicardia auricular (flúter, fibrilación auricular o taquicardia auricular) de cualquier duración en un electrocardiograma de 12 derivaciones o bien de >30 segundos de duración en un Holter o revisión de dispositivo intracardíaco. Se consideró recidiva clínica a la aparición de síntomas de tipo palpitaciones, sensación de pulso acelerado y/o irregularidad del ritmo compatible con taquicardia auricular de más de 30 segundos de duración, incluso sin documentación electrocardiográfica de taquicardia.

En caso de recidiva en fase de *blanking* (3 primeros meses desde el procedimiento de ablación), se instó a la realización de cardioversión eléctrica, salvo mejor criterio médico. En caso de recidiva fuera de *blanking*, la decisión acerca de la adhesión a una estrategia de control de ritmo mediante la prescripción de fármacos antiarrítmicos, realización de cardioversión eléctrica y/o nueva ablación, o bien la adopción de una estrategia de control de frecuencia, con fármacos y/o implante de marcapasos más ablación de la conducción auriculoventricular, quedó a criterio del médico responsable.

## Consideraciones éticas

El estudio ha recibido el dictamen favorable del Comité de Ética de la Investigación con medicamentos del Hospital Universitario Ramón y Cajal (anexo 1) y la

conformidad de la dirección del centro para su realización con estricta sujeción al protocolo aprobado (anexo 2).

En todos los documentos del estudio y en la base de datos electrónica, los pacientes estuvieron identificados solamente mediante un número de identificación. En los formularios de recogida de datos no hubo referencias que permitieran asociarlos con un paciente determinado. Todos los documentos se almacenaron de forma segura y se aseguró que solo los colaboradores del estudio y el personal autorizado pudieran acceder a ellos. El estudio se realizó conforme a la ley de protección de datos y la declaración de Helsinki.

## Recogida de datos

La recogida de datos se realizó mediante un formulario de recogida de datos electrónico en formato Microsoft Excel, consultando la historia clínica electrónica del centro a través del software Health Care Information System (Dedalus, Madrid, España), y la plataforma integral multimodal Horus (Horus Hardware, Madrid, España), así como otras bases de datos propias del centro (Cajal) y del servicio (Medivector, Izasa Medical, Madrid, España).

## VARIABLES DE ESTUDIO

Las tablas 3 a 8 muestran las variables recogidas en el formulario de recogida de datos electrónico.

Tabla 3. Tabla de variables de identificación

Características basales de los pacientes	
Variable	Descripción
Número de procedimiento	Número de procedimiento en la base de datos, en orden de entrada (cronológico)
Número de paciente	Número de paciente en la base de datos, en orden de entrada (cronológico)
Fecha del procedimiento	Fecha en la que se realiza el procedimiento

Tabla 4. Tabla de variables de las características basales de los pacientes

Características basales de los pacientes	
Variable	Descripción
Edad	Edad del paciente en el momento de la realización del procedimiento
Sexo	Masculino o femenino
Peso	Peso en kilogramos
Talla	Altura en metros
Índice de masa corporal (IMC)	Calculado con las 2 variables anteriores, de acuerdo a la fórmula: $IMC = \text{peso (kg)} / [\text{talla (m)}^2]$
Obesidad	Sí/No, en base a la presencia de $IMC \geq 30$
Hipertensión	Sí/No, en base a la presencia del antecedente en la historia clínica electrónica
Diabetes	Sí/No, en base a la presencia del antecedente en la historia clínica electrónica
Insuficiencia cardíaca	Sí/No, en base a la presencia del antecedente en la historia clínica electrónica
Accidente cerebrovascular	Sí/No, en base a la presencia del antecedente de ictus o accidente isquémico transitorio en la historia clínica electrónica
Vasculopatía	Sí/No, en base al antecedente de infarto de miocardio, ateromatosis aórtica o arteriopatía periférica en la historia clínica electrónica
Cardiopatía isquémica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No</li> <li>- No obstructiva: antecedente de enfermedad coronaria aterosclerótica sin oclusión coronaria completa</li> <li>- Obstructiva: antecedente de enfermedad coronaria aterosclerótica oclusiva o infarto de miocardio con necrosis miocárdica</li> </ul>
Puntuación CHA <sub>2</sub> DS <sub>2</sub> -VASc	Puntuación en la escala CHA <sub>2</sub> DS <sub>2</sub> -VASc, de acuerdo a la siguiente fórmula: C: Insuficiencia cardíaca ( <i>Congestive Heart Failure</i> ) o fracción de eyección del ventrículo izquierdo $\leq 40\%$ = 1 punto. H: Hipertensión = 1 punto A <sub>2</sub> : Edad ( <i>age</i> ) $\geq 75$ años = 2 puntos D: Diabetes = 1 punto S <sub>2</sub> : Ictus ( <i>stroke</i> ) o accidente isquémico transitorio o tromboembolismo = 1 punto V: vasculopatía periférica o aórtica = 1 punto A: Edad ( <i>age</i> ) 65-74 años = 1 punto Sc: Sexo ( <i>sex category</i> ) = 1 punto
Enfermedad pulmonar	Sí/No, según antecedente asma bronquial o enfermedad pulmonar obstructiva crónica en historia clínica electrónica
Síndrome de apnea del sueño	Sí/No, en base a la presencia de antecedente de síndrome de apnea del sueño en la historia clínica electrónica

<b>Tasa de filtrado glomerular (TFG, ml/min)</b>	Valor de la TFG en última analítica sanguínea realizada en los 3 meses previos a la ablación, fuera de una visita a Urgencias
<b>Enfermedad renal crónica</b>	6 categorías (estadio I a V), en base a la presencia de antecedente de enfermedad renal crónica en la historia clínica electrónica o al valor de la TFG, según: - Estadio I: TFG ≥ 90 ml/min - Estadio II: TFG 60-89 ml/min - Estadio IIIa: TFG 45-59 ml/min - Estadio IIIb: TFG 30-44 ml/min - Estadio IV: TFG 15-29 ml/min - Estadio V: TFG <15 ml/min o en terapia renal sustitutiva
<b>Cardiopatía estructural</b>	- No - Cardiopatía isquémica con escara miocárdica - Valvulopatía significativa, entendida como afectación valvular de cualquier tipo en grado moderado o severo - Cardiopatía congénita - Otra: miocardiopatía dilatada o disfunción no isquémica, miocardiopatía hipertrófica, miocarditis, sarcoidosis u otras
<b>Fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI, %)</b>	Valor de la FEVI calculada por método de Simpson o 3D en último ecocardiograma realizado en los 3 meses previos a la ablación
<b>Disfunción ventricular</b>	4 categorías, en base al valor de FEVI (de acuerdo a las últimas recomendaciones para la cuantificación de cámaras cardíacas por ecocardiografía (105)): - No: ≥52 (varones) o ≥54 (mujeres) - Leve = 41-51 (varones) o 41-53 (mujeres) - Moderada = 30-40 - Severa = <30
<b>Diámetro auricular izquierdo (cm)</b>	Valor del diámetro anteroposterior de la aurícula izquierda medido en el plano paraesternal eje largo, en sentido perpendicular a la raíz aórtica y a nivel de los senos aórticos en último ecocardiograma realizado en los 3 meses previos a la ablación
<b>Volumen auricular izquierdo indexado (mL/m<sup>2</sup>)</b>	Valor del volumen auricular izquierdo determinado mediante el método de sumatorio de discos en último ecocardiograma realizado en los 3 meses previos a la ablación
<b>Dilatación auricular izquierda</b>	4 categorías, en base al valor volumen auricular izquierdo indexado (de acuerdo a las últimas recomendaciones para la cuantificación de cámaras cardíacas por ecocardiografía (105)): - No: ≤34 - Leve: 35-41 - Moderada: 42-48 - Severa: ≥49
<b>Fibrilación auricular previa</b>	Sí/No, en base a la presencia de antecedente de fibrilación auricular en la historia clínica electrónica

<b>Ablación auricular previa</b>	Sí/No, en base a la presencia de antecedente de ablación endocárdica o quirúrgica previa de cualquier sustrato auricular (fibrilación auricular, flúter auricular típico o atípico, o taquicardia auricular). No se incluyó la ablación de taquicardia intranodal, taquicardia por reentrada auriculoventricular por vía accesoria ni taquicardia auricular con abordaje exclusivo desde raíz de aorta.
<b>Ablación previa del istmo cavotricuspidé</b>	Sí/No, en base a la presencia de antecedente de ablación del istmo cavo-tricuspidé en la historia clínica electrónica
<b>Ablación previa de venas pulmonares</b>	Sí/No, en base a la presencia de antecedente de aislamiento de venas pulmonares en la historia clínica electrónica
<b>Ablación previa de flúter atípico o taquicardia auricular</b>	Sí/No, en base a la presencia de antecedente de ablación con radiofrecuencia de un sustrato distinto al istmo cavo-tricuspidé o el aislamiento de venas pulmonares en la historia clínica electrónica
<b>Cirugía cardíaca previa</b>	Sí/No, en base a la presencia de antecedente de cirugía cardíaca de cualquier tipo (sustitución o reparación valvular, revascularización miocárdica, reparación de defecto congénito o cualquier otra) en la historia clínica electrónica
<b>Procedimiento de Maze previo</b>	Sí/No, en base a la presencia de antecedente de realización de procedimiento de Maze durante cirugía cardíaca en la historia clínica electrónica
<b>Toma de fármacos antiarrítmicos clase I o III</b>	Sí/No, en base a la presencia de antecedente de tratamiento con flecainida, propafenona, amiodarona, dronedarona o sotalol en la historia clínica electrónica
<b>Fármaco antiarrítmico</b>	5 categorías, en base a la clasificación de Vaughan Williams (106,107) modificada: 1 = fármacos antiarrítmicos clase I (flecainida, propafenona) 2 = betabloqueantes 3 = amiodarona, dronedarona, sotalol 4 = calcioantagonistas 5 = digoxina
<b>Subgrupos de pacientes</b>	4 categorías, de acuerdo a la siguiente clasificación: 1 = atriopatía primaria, incluye cualquier paciente no incluido en las siguientes categorías 2 = postablación, incluye cualquier paciente sometido a procedimiento de ablación percutánea no incluido en las siguientes categorías. 3 = postcirugía, incluye cualquier paciente sometido a cirugía cardíaca no incluido en la siguiente categoría. 4 = congénito, incluye cualquier paciente con cardiopatía congénita.

Tabla 5. Tabla de variables de las características del procedimiento de ablación

<b>Características del procedimiento de ablación</b>	
<b>Variable</b>	<b>Descripción</b>
<b>Tiempo de procedimiento (min)</b>	Tiempo desde que el paciente llega a la sala de electrofisiología hasta que la abandona (incluye tiempo de preparación en sala previo a abordaje venoso)
<b>Tiempo de escopia (min)</b>	Tiempo de empleo de fluoroscopia
<b>Producto Dosis-Área (PDA) (mGy · cm<sup>2</sup>)</b>	Valor de la radiación de acuerdo con la dosis calculada absorbida en aire sobre 1 cm <sup>2</sup>
<b>Ritmo a la llegada</b>	3 posibilidades, en base al ritmo del paciente a la llegada a la sala de electrofisiología: 1 = flúter atípico 2 = ritmo sinusal 3 = fibrilación auricular
<b>Uso de anestesia general</b>	Sí/No, en base al empleo de anestesia general durante el procedimiento.
<b>Navegador-catéter de mapeo de alta densidad empleado</b>	3 posibilidades, en base al navegador y catéter de mapeo de alta densidad dedicado utilizado: 1 = Carto 3 y PentaRay NAV (Biosense Webster) 2 = Rhythmia y Orion (Boston Scientific) 3 = Ensite Precision o Ensite X y Advisor HDGrid (Abbott)
<b>Catéter de ablación empleado</b>	5 posibilidades: 1 = Thermocool SmartTouch (Biosense Webster) 2 = MiFi (Boston Scientific) 3 = TactiCath (Abbott) 4 = StablePoint (Boston Scientific) 5 = Flexability (Abbott)
<b>Tecnología de sensado de fuerza de contacto</b>	Sí/No, en base a la capacidad de sensado de fuerza de contacto del catéter de ablación empleado (presente en Thermocool SmartTouch, TactiCath y StablePoint)

Tabla 6. Tabla de variables de las características de los flúteres clínicos mapeados y ablacionados

Características de los flúteres clínicos mapeados y ablacionados	
Variable	Descripción
<b>Mapeabilidad inicial</b>	Sí/No, en base a la posibilidad de completar un mapa electroanatómico suficiente del flúter clínico, sin necesidad de adoptar medidas adicionales
<b>Causa de no mapeabilidad</b>	Descripción del motivo de no mapeabilidad inicial (p.ej. “llegada en sinusal y no inducibilidad de taquicardias”, “cambios constantes de secuencia”, “llegada en fibrilación auricular”)
<b>Estrategia de mapeabilidad</b>	Descripción de la estrategia empleada en caso de no mapeabilidad inicial (p.ej. “ablación guiada por protocolo de búsqueda e identificación subjetiva de regiones <i>driver</i> (rotoros) de fibrilación auricular” o “ablación de sustrato”)
<b>Mapeabilidad final</b>	Sí/No, en base a la posibilidad de completar un mapeo electroanatómico suficiente del flúter tras adoptar alguna medida adicional
<b>Aurícula localizada</b>	3 categorías, de acuerdo con la cámara implicada: 1 = derecha 2 = izquierda 3 = biauricular
<b>Tipo de flúter derecho</b>	3 categorías, en base a la presencia de determinados circuitos: 1 = flúter incisional 2 = flúter lateral 3 = otro
<b>Tipo de flúter izquierdo</b>	3 categorías, en base a la presencia de determinados circuitos: 1 = perimitral 2 = perivenas pulmonares 3 = otro
<b>Descripción del flúter</b>	Descripción del circuito concreto del flúter clínico
<b>Mecanismo electrofisiológico</b>	2 categorías, de acuerdo al mecanismo electrofisiológico: 1 = macrorreentrada 2 = pequeña reentrada (entendido como reentrada localizada o “microrreentrada”)
<b>Flúter en 8</b>	Sí/No, en base a la coexistencia de 2 circuitos de flúter atípico con istmo común
<b>Estrategia de ablación</b>	3 categorías, en base a la estrategia de ablación empleada: 1 = ablación lineal 2 = ablación focal 3 = ambas
<b>Descripción de la ablación</b>	Descripción de la estrategia concreta de ablación
<b>Éxito agudo</b>	Sí/No, en base a la terminación efectiva del flúter clínico con la estrategia de ablación realizada

Tabla 7. Tabla de variables de las características de todos los flúteres mapeados y ablaciones realizadas y éxito final del procedimiento

Características de todos los flúteres mapeados y ablaciones realizadas	
Variable	Descripción
<b>Otros flúteres intra-procedimiento mapeables</b>	Sí/No, en base a la aparición de otros flúteres mapeables durante el procedimiento
<b>Número total de flúteres mapeados</b>	Número de circuitos de flúter distintos mapeados (los flúteres en figura de 8 fueron contabilizados como un solo circuito de flúter).
<b>Flúter istmo-dependiente</b>	Sí/No, en base a la aparición de un flúter istmo-dependiente durante el procedimiento
<b>Flúter incisional</b>	Sí/No, en base a la aparición de un flúter incisional durante el procedimiento
<b>Otro flúter derecho</b>	Sí/No, en base a la aparición de un flúter derecho diferente al istmo-dependiente o incisional durante el procedimiento
<b>Flúter perimitral</b>	Sí/No, en base a la aparición de un flúter perimitral durante el procedimiento
<b>Flúter perivenas</b>	Sí/No, en base a la aparición de un flúter perivenas pulmonares durante el procedimiento
<b>Flúter en relación con la vena de Marshall</b>	Sí/No, en base a la aparición de un flúter en relación con la vena de Marshall (macro o microrreentrante) durante el procedimiento
<b>Otro flúter izquierdo</b>	Sí/No, en base a la aparición de un flúter izquierdo distinto del perimitral, perivenas izquierdas o relacionado con la vena de Marshall durante el procedimiento
<b>Algún flúter de mecanismo macrorreentrante</b>	Sí/No, en base a la aparición de algún flúter macrorreentrante a lo largo del procedimiento
<b>Algún flúter de mecanismo microrreentrante</b>	Sí/No, en base a la aparición de alguna reentrada pequeña a lo largo del procedimiento. Se incluyeron en este apartado por su patrón de activación similar las taquicardias auriculares focales inducidas.
<b>Descripción de todos los flúteres mapeados</b>	Descripción de los flúteres aparecidos, espontáneos o de forma inducida, a lo largo del procedimiento
<b>Flúteres intra-procedimiento no mapeables</b>	Sí/No, en base a la aparición de alguna taquicardia no mapeables durante el procedimiento
<b>Alguna ablación lineal realizada</b>	Sí/No, en base a la realización de alguna ablación lineal realizada
<b>Alguna ablación focal realizada</b>	Sí/No, en base a la aparición de alguna ablación focal realizada
<b>Istmo cavo-tricuspídeo ablacionado</b>	3 categorías, de acuerdo con la siguiente clasificación: - Nunca realizado. - Realizado en este procedimiento. - Realizado en anterior procedimiento.
<b>Venas pulmonares aisladas</b>	3 categorías, de acuerdo con la siguiente clasificación: - Nunca realizado. - Realizado en este procedimiento.

	- Realizado en anterior procedimiento.
<b>Línea anterior realizada</b>	3 categorías, de acuerdo con la siguiente clasificación: - Nunca realizado. - Realizado en este procedimiento. - Realizado en anterior procedimiento.
<b>Línea de techo realizada</b>	3 categorías, de acuerdo con la siguiente clasificación: - Nunca realizado. - Realizado en este procedimiento. - Realizado en anterior procedimiento.
<b>Línea de suelo realizada</b>	3 categorías, de acuerdo a la siguiente clasificación: - Nunca realizado. - Realizado en este procedimiento. - Realizado en anterior procedimiento.
<b>Istmo mitral clásico ablacionado</b>	3 categorías, de acuerdo a la siguiente clasificación: - Nunca realizado. - Realizado en este procedimiento. - Realizado en anterior procedimiento.
<b>Bloqueo de todas las líneas realizadas</b>	Sí/No, en base a la demostración de bloqueo bidireccional de la conducción a través de todas las líneas de ablación realizadas
<b>Alguna ablación empírica realizada</b>	Sí/No, en base a la realización de lesiones de ablación lineales o focales de forma empírica
<b>Descripción de todas las ablaciones realizadas</b>	Descripción de todas las lesiones de ablación realizadas
<b>Éxito total del procedimiento</b>	Sí/No, en base a la consecución de ritmo sinusal estable sin necesidad de cardioversión eléctrica tras el mapeo y ablación de todos los flúteres aparecidos o inducidos
<b>Complicación</b>	Sí/No, en base a la aparición de complicaciones durante el procedimiento o atribuibles al mismo en el seguimiento
<b>Descripción de la complicación</b>	Descripción detallada de la complicación observada

Tabla 8. Tabla de variables de resultados del procedimiento y manejo de las recurrencias

Resultados del procedimiento y manejo de las recurrencias	
Variable	Descripción
<b>Recurrencia postprocedimiento</b>	Sí/No, en base a la aparición de cualquier taquiarritmia auricular tras el procedimiento
<b>Fecha de recurrencia postprocedimiento</b>	Fecha de la primera recurrencia tras la realización del procedimiento
<b>Tiempo hasta la recurrencia (meses)</b>	Tiempo transcurrido desde la realización de la ablación hasta la primera recurrencia
<b>Recurrencia en fase de <i>blanking</i></b>	Sí/No, en base a la aparición de recurrencias en los 3 primeros meses después de la ablación
<b>Fecha de recurrencia en fase de <i>blanking</i></b>	Fecha de la primera recurrencia en los 3 primeros meses después de la ablación
<b>Tiempo hasta la recurrencia en fase de <i>blanking</i> (meses)</b>	Tiempo transcurrido desde la realización de la ablación hasta la primera recurrencia en fase de <i>blanking</i>
<b>Diagnóstico de la recurrencia en fase de <i>blanking</i></b>	5 categorías, de acuerdo a la modalidad de diagnóstico: - Clínico: por los síntomas referidos por el paciente, sin documentación electrocardiográfica. - Electrocardiograma urgente: en visita a Urgencias o visita no programada en consulta. - Electrocardiograma no urgente: documentación electrocardiográfica en visita programada en consulta. - Monitorización continua: documentación electrocardiográfica en Holter ambulatorio. - Interrogación de dispositivo: documentación electrocardiográfica en pacientes portadores de dispositivo de monitorización insertable o de estimulación.
<b>Tipo de recurrencia en fase de <i>blanking</i></b>	2 categorías, de acuerdo con la modalidad de diagnóstico: - Flúter o taquicardia auricular. - Fibrilación auricular.
<b>Recurrencia sintomática en fase de <i>blanking</i></b>	Sí/No, en base a la aparición de síntomas en relación con la recurrencia en fase de <i>blanking</i> .
<b>Recurrencia persistente en fase de <i>blanking</i></b>	Sí/No, en base a la duración de la arritmia aparecida en la recurrencia más allá de 7 días, incluyendo episodios terminados con cardioversión pasados los 7 días.
<b>Manejo de la recurrencia en fase de <i>blanking</i></b>	4 categorías, de acuerdo con el manejo realizado: - Inicio o titulación de fármaco antiarrítmico. - Cardioversión eléctrica. - Nueva ablación. - Otro: incluye la actitud expectante ( <i>watchful waiting</i> ), el inicio o la titulación de fármacos frenadores y el implante de marcapasos (con o sin ablación del nodo auriculoventricular).
<b>Recurrencia fuera de <i>blanking</i></b>	Sí/No, en base a la aparición de recurrencias después de los 3 primeros meses tras la ablación.

<b>Fecha de recurrencia fuera de <i>blanking</i></b>	Fecha de la primera recurrencia después de los 3 primeros meses de la ablación.
<b>Tiempo hasta la recurrencia fuera de <i>blanking</i> (meses)</b>	Tiempo transcurrido desde la realización de la ablación hasta la primera recurrencia fuera de <i>blanking</i> .
<b>Diagnóstico de la recurrencia fuera de <i>blanking</i></b>	5 categorías, de acuerdo a la modalidad de diagnóstico: - Clínico: por los síntomas referidos por el paciente, sin documentación electrocardiográfica. - Electrocardiograma urgente: en visita a Urgencias o visita no programada en consulta. - Electrocardiograma no urgente: documentación electrocardiográfica en visita programada en consulta. - Monitorización continua: documentación electrocardiográfica en Holter ambulatorio. - Interrogación de dispositivo: documentación electrocardiográfica en pacientes portadores de dispositivo de monitorización insertable o de estimulación.
<b>Tipo de recurrencia fuera de <i>blanking</i></b>	2 categorías, de acuerdo con la modalidad de diagnóstico: - Flúter o taquicardia auricular. - Fibrilación auricular.
<b>Recurrencia sintomática fuera de <i>blanking</i></b>	Sí/No, en base a la aparición de síntomas en relación con la recurrencia fuera de <i>blanking</i> .
<b>Recurrencia persistente fuera de <i>blanking</i></b>	Sí/No, en base a la duración de la arritmia aparecida en la recurrencia más allá de 7 días, incluyendo episodios terminados con cardioversión pasados los 7 días.
<b>Manejo de la recurrencia fuera de <i>blanking</i></b>	4 categorías, de acuerdo con el manejo realizado: - Inicio o titulación de fármaco antiarrítmico. - Cardioversión eléctrica. - Nueva ablación. - Otro: incluye la actitud expectante ( <i>watchful waiting</i> ), el inicio o la titulación de fármacos frenadores y el implante de marcapasos (con o sin ablación del nodo auriculoventricular).
<b>Recurrencia al año fuera de <i>blanking</i></b>	Sí/No, en base a la recurrencia fuera de <i>blanking</i> en el primer año tras la ablación.
<b>Evolución a permanente</b>	Sí/No, en base a la constatación de recurrencia y toma de decisión conservadora respecto al control de ritmo
<b>Fecha de evolución a permanente</b>	Fecha en la que se abandona la estrategia de control de ritmo (solo control de frecuencia)
<b>Tiempo hasta la evolución a permanente (meses)</b>	Tiempo que transcurre desde la realización de la ablación hasta la fecha de evolución a permanente.
<b>Exitus</b>	Sí/No, en base a la constatación de fallecimiento del paciente
<b>Fecha de exitus</b>	Fecha en la que se constata el fallecimiento del paciente
<b>Tiempo hasta el exitus (meses)</b>	Tiempo que transcurre desde la realización de la ablación hasta que se constata el fallecimiento
<b>Causa de exitus</b>	Descripción de la causa del fallecimiento del paciente

## Análisis estadístico

Las características basales, del procedimiento, de los flúteres clínicos y de todos los flúteres mapeados y ablaciones realizadas, así como el éxito del procedimiento, se expresaron como medias y desviaciones típicas o medianas y rango intercuartílico para las variables continuas según correspondiera, o como frecuencias absoluta y porcentaje en el caso de las variables categóricas.

En cuanto al análisis univariado, para comparaciones entre dos grupos de variables cuantitativas de distribución normal se utilizó el test t de Student; para variables de distribución no normal se utilizó el test U de Mann-Whitney. La igualdad de varianzas entre los grupos se evaluó mediante el test robusto de Levene. Para comparaciones entre más de 2 grupos de variables cuantitativas se utilizó el test de ANOVA en variables de distribución normal y el test de Kruskal-Wallis en variables de distribución no normal. Para la comparación de dos o más proporciones se utilizó el test de  $\chi^2$ . En el caso de comparaciones múltiples se ajustó utilizando el procedimiento de Bonferroni-Holm.

En el estudio de seguimiento, se estudió la tasa de supervivencia utilizando el método de Kaplan-Meier y las curvas de supervivencia se compararon utilizando la prueba de Mantel-Cox (log rank). El análisis se realizó censurando a aquellos pacientes en los que el seguimiento se completó sin constatar recurrencia.

Se realizaron modelos de regresión multivariante logística o de riesgos proporcionales de Cox para estudiar la asociación entre los predictores candidatos y la localización del flúter, el mecanismo del flúter, el éxito del procedimiento, la aparición de recurrencias, la evolución a arritmia auricular permanente o complicaciones. Para determinar la selección de variables incluidas en el modelo final, se utilizó una estimación retrospectiva paso a paso, considerando un nivel de significación de 0,05 para añadir una variable al modelo y de 0,10 para eliminarla del mismo. Los predictores con valor de  $p < 0.1$  en los modelos de regresión logística univariante se incluyeron en modelos de regresión logística multivariante para encontrar predictores independientes.

El análisis estadístico se realizó utilizando el software de análisis estadístico Stata, versión 14,1 (Stata Corporation, College Station, Texas, USA).

## Resultados

Desde junio de 2015 hasta diciembre de 2022 (incluido) se realizaron 193 procedimientos de ablación de flúter atípico en 161 pacientes con diagnóstico clínico y documentación electrocardiográfica previa del mismo. En dichos procedimientos de ablación, se mapearon y ablacionaron un total de 360 flúteres diferentes, de los cuales 306 fueron atípicos.

### Tasa de reclutamiento

Excluyendo los 2 primeros años de inclusión (2015-2016), considerados de iniciación y menor disponibilidad de la técnica, y el año de la pandemia por SARS-CoV-2 (2020), en el que se restringió la realización de procedimientos de ablación no urgentes durante meses, se han realizado una media de 40.25 procedimientos de ablación anuales, siendo 51 el número máximo de casos realizados (en 2018) y 33 el número mínimo de casos realizados (en 2017) (figura 38).

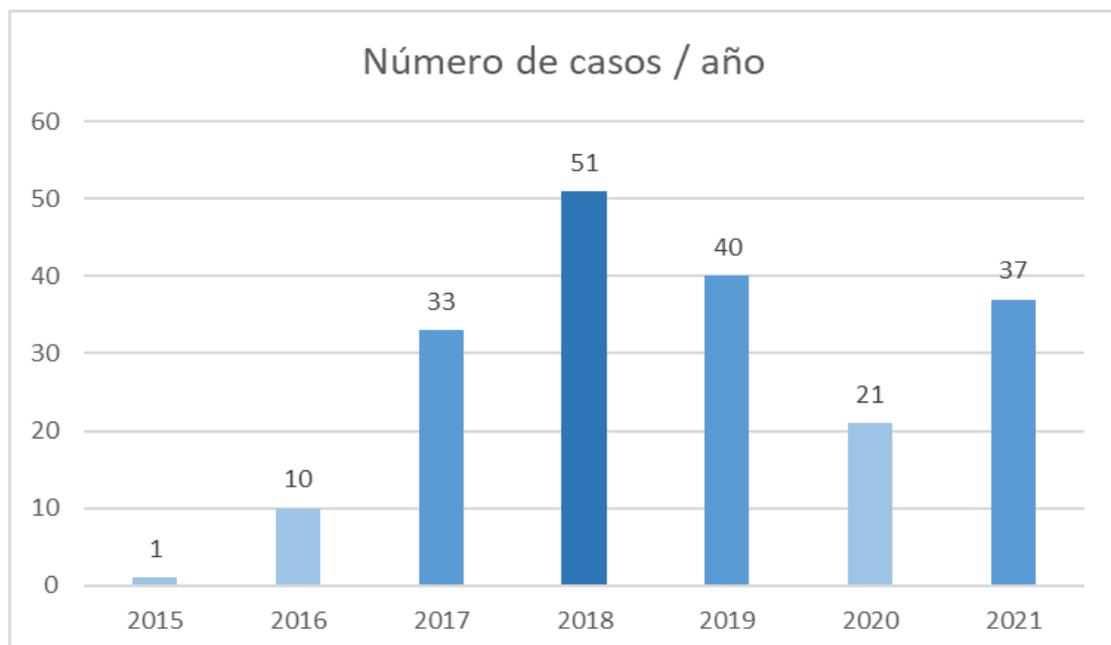


Figura 38. Tasa de reclutamiento anual.

## Características basales de los pacientes

En la tabla 9 se muestran las características basales de los pacientes:

Tabla 9. Características basales de los pacientes.

Características basales de los pacientes	
<b>Edad y sexo</b>	
Edad (años)	63.6 ± 17.5
Sexo femenino	45.1%
<b>Datos biométricos</b>	
Peso (kg)	73.3 ± 16.0
Altura (cm)	165.3 ± 10.3
Índice de masa corporal	26.6 ± 4.4
<b>Factores de riesgo cardiovascular</b>	
Hipertensión	60.6%
Diabetes	25.9%
<b>Riesgo tromboembólico</b>	
Puntuación CHA <sub>2</sub> DS <sub>2</sub> VASc	3.0 ± 2.0
<b>Función ventricular y tamaño auricular</b>	
FE del ventrículo izquierdo/sistémico (%)	61.3 ± 12.2
Diámetro de aurícula izquierda (cm)	4.5 ± 0.8
Volumen de aurícula izquierda (ml/m <sup>2</sup> )	44.8 ± 15.5
<b>Antecedentes cardiológicos</b>	
Cardiopatía estructural	66.8%
Enfermedad coronaria (obstructiva o no)	19.1%
Infarto	12.4%
Valvulopatía significativa	24.4%
Cardiopatía congénita	19.7%
Otras cardiopatías	16.3%
Insuficiencia cardíaca	31.6%
Cirugía cardíaca	34.2%
<b>Antecedentes arritmológicos</b>	
Fibrilación auricular previa	53.9%
Ablación auricular previa (percutánea o quirúrgica)	57%
<b>Otros antecedentes médicos</b>	
Ictus o accidente isquémico transitorio	15.5%
Vasculopatía	19.7%
Enfermedad pulmonar obstructiva o asma	6.7%
Apnea del sueño	9.8%
Enfermedad renal crónica moderada o severa	32.1%

FE: fracción de eyección.

### Edad y sexo

La edad media de la muestra fue de  $63.6 \pm 17.5$  años, con un rango de 9 a 88 años. El 59.6% de los pacientes era mayor de 65 años, el 31.1% mayor de 75 años y el 14.5% mayor de 80 años. El sexo mayoritario (54.9%) fue masculino.

### Datos biométricos

El peso medio de la muestra fue de  $73.3 \pm 16.0$  kg, con un rango de 20 a 155 kg. La altura fue de  $165.3 \pm 10.3$  cm, con un rango de 122 a 192 cm. El IMC medio fue de  $26.6 \pm 4.4$ , con un rango de 13.4 a 46.3. Un 17.6% de la población del estudio presentando obesidad (definida como  $IMC \geq 30$ ).

### Riesgo tromboembólico

La puntuación media en el score  $CHA_2DS_2VAsC$  fue de  $3.0 \pm 2.0$ , con un rango de 0 a 9. El 17.6% de la muestra presentaba un riesgo tromboembólico bajo (definido como  $CHA_2DS_2VAsC$  de 0 en hombres o 1 en mujeres), el 15% un riesgo tromboembólico medio (definido como  $CHA_2DS_2VAsC$  de 1 en hombres o 2 en mujeres) y el 67.4% un riesgo tromboembólico alto (definido como  $CHA_2DS_2VAsC$  de 2 en hombres o 3 en mujeres).

La tabla 10 muestra la edad y sexo de los pacientes en función del riesgo tromboembólico.

Tabla 10. Edad y sexo de los pacientes en función del riesgo tromboembólico.

	Riesgo bajo N=34	Riesgo medio N=29	Riesgo alto N=130
Edad (años)	$39.4 \pm 13.0$	$55.3 \pm 17.0$	$71.7 \pm 10.6$
Sexo femenino	44.1%	44.8%	45.4%

## **Función ventricular y tamaño auricular**

La **fracción de eyección** (FE) del ventrículo izquierdo (o sistémico en pacientes con trasposición de grandes arterias) media fue del  $61.3 \pm 12.2\%$ . Un 19% de pacientes presentaban disfunción ventricular de cualquier grado, definida como FE  $<52\%$  en varones y  $<54\%$  en mujeres (de acuerdo a las recomendaciones 2015 de la EACVI (*European Association of Cardiovascular Imaging*) (105)), y un 9.8% de pacientes presentaban disfunción ventricular moderada o severa, definida como FE  $\leq 40\%$  (de acuerdo a las mismas guías (105)).

El **diámetro auricular** izquierdo medio, medido en el eje paraesternal largo, fue de  $4.5 \pm 0.8$  cm, y el **volumen auricular** izquierdo medio, determinado por planimetría bidimensional, fue de  $44.8 \pm 15.5$  ml/m<sup>2</sup>. De acuerdo con este último parámetro, el 75% de los pacientes presentaban dilatación auricular, definida como un volumen auricular indexado por superficie corporal mayor de 34 ml/m<sup>2</sup>, presentando un 52.3% una dilatación auricular moderada o severa, definida como un volumen auricular indexado por superficie corporal  $\geq 42$  ml/m<sup>2</sup>.

## **Antecedentes cardiológicos**

El 66.8% de la muestra presentaba cardiopatía estructural.

En cuanto a la **cardiopatía isquémica**, el 19.1% padecía enfermedad coronaria, presentando el 36.7% de estas lesiones coronarias no obstructivas y el 63.3% lesiones obstructivas. El 12.4% de la muestra global habría padecido un infarto de miocardio.

En cuanto a la **cardiopatía valvular**, el 24.4% de los pacientes presentaba una valvulopatía significativa, entendiéndose como tal cualquier valvulopatía en grado moderado o severo, o una estenosis mitral de cualquier grado (incluyendo leve). La mayoría de estos pacientes (68.1%) presentaban afectación de una sola válvula. La valvulopatía aislada más frecuente fue la mitral (62.5% de las valvulopatías aisladas), seguido de la aórtica (31.3%), la tricúspide (3.1%) y la pulmonar (3.1%). El resto (31.9%) presentaba afectación de 2 o más válvulas, siendo la polivalvulopatía más frecuente la mitral y tricuspídea simultáneas (46.7% de las polivalvulopatías).

El 19.7% de los pacientes presentaba una **cardiopatía congénita** (siendo el 18.9% formas mixtas, no definibles en una única entidad). Del total de paciente con cardiopatía congénita, el 48.6% presentaba un shunt izquierda-derecha (29.7% comunicación interauricular, 10.8% comunicación ventricular, 5.4% canal AV y 2.7% drenaje venoso pulmonar anómalo), el 18.9% una trasposición de grandes vasos corregida con técnica de Mustard, el 13.5% fisiología univentricular (8.1% de tipo izquierdo, con atresia tricuspídea y vasos en trasposición corregido con Fontan o bien estenosis tricuspídea y ventrículo derecho hipoplásico, y 5.4% de tipo derecho por ventrículo derecho con doble salida con vasos en trasposición), el 13.5% defectos tronco-conales (4 tetralogía de Fallot y 1 atresia pulmonar con comunicación interventricular), 10.8% valvulopatías (3 estenosis pulmonares y 1 estenosis subaórtica) y 13.5% otras (3 anomalías de Ebstein y 2 coartaciones aórticas).

El 16% padecía **otras cardiopatías**, siendo la más frecuente de ellas la hipertrofia ventricular significativa (58.1% de éstas), secundaria a miocardiopatía hipertrófica (15 pacientes) o cardiopatía hipertensiva (3 pacientes). El resto de cardiopatías fueron: dilatación o disfunción ventricular no isquémica (19.4%), secundaria a enolismo (1 paciente), mutación en lamina (1 paciente) o de causa idiopática (4 pacientes); taquimiocardiopatía (16.1%); hipertensión pulmonar (3.2%); o miocardiopatía restrictiva (3.2%).

El 31.6% de la muestra padecía **insuficiencia cardíaca**, de los cuales el 60% tenían FEVI preservada ( $\geq 50$ ), el 13.3% FEVI levemente reducida (FEVI 41 – 49%) y el 26.7% FEVI reducida (FEVI  $\leq 40$ %).

El 34.2% de la población tenía antecedente de **cirugía cardíaca**, de los cuales el 15.2% asociaba una técnica de ablación quirúrgica de fibrilación auricular (procedimiento de Cox-Maze).

## Antecedentes arritmológicos

Más de la mitad de los pacientes (104, un 53.9%) tenían un diagnóstico previo de **fibrilación auricular** y más de la mitad de los pacientes (111, un 57.5%) se habían sometido a un **procedimiento previo de ablación auricular**. De estos últimos, el 90.9% se había realizado ablación percutánea, el 6.4% se había realizado un procedimiento exclusivamente quirúrgico (técnica de MAZE) y el 2.7% se había realizado al menos un procedimiento de ablación tanto percutáneo como quirúrgico.

Entre los pacientes con historia de ablación percutánea, el 52.5% tenían antecedente de ablación de **venas pulmonares**, el 53.5% de ablación del **istmo cavotricuspídeo** y el 56.5% otro tipo de ablaciones lineales o focales para el tratamiento de otras arritmias auriculares, incluyendo la taquicardia auricular o el flúter atípico. El 36.6% de los pacientes con historia de ablación percutánea se había realizado 2 o más procedimientos de ablación previa

El 26.9% de los pacientes tomaba **fármacos antiarrítmicos** clase I (bloqueadores de canales de sodio) o clase III (bloqueadores de canales de potasio) de la clasificación de Vaughan-Williams previo a la realización del procedimiento.

## Otros antecedentes

El 15.5% de la muestra tenía historia de ictus o accidente isquémico transitorio y el 19.7% vasculopatía (entendida como infarto de miocardio, ateromatosis aórtica o arteriopatía periférica). El 6.7% padecía enfermedad pulmonar obstructiva crónica o asma y el 9.8% apnea del sueño. Por último, el 32.1% padecía enfermedad renal crónica moderada o severa (estadio  $\geq 3$  de la clasificación KDIGO (*Kidney Disease: Improving Global Outcomes*), con filtrado glomerular  $< 60$  ml/min/1.73 m<sup>2</sup>).

## Atriopatía primaria

Sólo el 26.9% de los pacientes carecerían de escara auricular yatrogénica, al no haber sido sometidos previamente a una cirugía cardíaca ni ablación auricular.

## Características basales de los pacientes según distintos subgrupos

La tabla 11 muestra las diferencias en las características basales de los pacientes en los distintos subgrupos preespecificados.

Tabla 11. Diferencias en las características basales de los pacientes en los distintos subgrupos preespecificados

Diferencias en las características basales de los pacientes en distintos subgrupos					
Característica	Atriopatía primaria (N=51)	Postablación (N=75)	Postcirugía (N=29)	Cardiopatía congénita (N=38)	p
Edad (años)	75.5 ±7.5	67.8 ±11.8	65.9 ±8.6	37.3 ±15.3	<0.0001
Sexo femenino	60.8%	38.7%	44.8%	36.8%	0.061
Peso (kg)	70.4 ±11.4	76.5 ±15.0	75.1 ±14.5	69.4 ±22.3	<0.0001
Altura (cm)	161.3 ±9.3	166.7 ±8.9	168.8 ±10.3	165.4 ±12.5	0.093
IMC	27.0 ±3.5	27.4 ±4.5	26.2 ±3.4	24.7 ±5.5	0.009
Hipertensión	76.5%	70.7%	62.1%	18.4%	<0.001
Diabetes	39.2%	29.3%	24.1%	2.6%	0.001
CHA <sub>2</sub> DS <sub>2</sub> VASc	4.3 ±1.7	3.1 ±1.7	3.4 ±2.0	0.9 ±1.0	0.001
FEVI (%)	62.6 ±13.3	62.8 ±12.0	55.5 ±13.0	61.5 ±8.8	0.105
Diám. AI (cm)	4.4 ±0.9	4.4 ±0.6	4.8 ±0.8	4.2 ±1.3	0.007
Vol. AI (ml/m <sup>2</sup> )	47.6 ±13.8	39.7 ±11.4	51.1 ±21.5	50.6 ±20.6	0.001
Cardiopatía	49%	49.3%	100%	100%	<0.001
Enf. coronaria	19.6%	14.7%	27.6%	2.6%	0.033
Infarto	11.8%	14.7%	24.1%	0%	0.024
Valvulopatía	17.7%	14.7%	86.2%	5.3%	<0.001
IC	41.2%	25.3%	55.2%	13.2%	0.001
FA previa	31.4%	78.7%	58.6%	31.6%	<0.001
Ictus o AIT	15.7%	16.0%	24.1%	7.9%	0.342
Enf. vascular	25.5%	17.3%	37.9%	2.6%	0.002
EPOC/asma	7.8%	8%	6.9%	2.6%	0.727
AOS	9.8%	13.3%	10.3%	2.6%	0.353
Enf. renal	45.1%	33.3%	37.9%	7.9%	0.002

IMC: índice de masa corporal. FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo o sistémico. Diam.: diámetro. Vol.: volumen. AI: aurícula izquierda. Enf.: enfermedad. IC: insuficiencia cardíaca. AIT: accidente isquémico transitorio. EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica. AOS: apnea obstructiva del sueño.

Los pacientes con **atriopatía primaria** fueron más mayores y mostraron una proporción mayor de sobrepeso, hipertensión, diabetes, insuficiencia cardíaca y, en consecuencia, mayor puntuación en la escala CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc. Asimismo, mostraron una mayor prevalencia de enfermedad renal crónica estadio 3 o superior. Por otro lado, fue el grupo que menor prevalencia de fibrilación auricular mostró.

Los pacientes **postablación** mostraron también una mayor prevalencia de sobrepeso, hipertensión y diabetes, pero fueron más jóvenes que los pacientes con atriopatía primaria y con una menor prevalencia de insuficiencia cardíaca. En consecuencia, su puntuación CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc fue menor. Lógicamente, mostraron una prevalencia mucho mayor de fibrilación auricular previa.

El grupo de pacientes **postquirúrgicos** fue el grupo que mayor proporción de valvulopatía, enfermedad coronaria, enfermedad vascular e infarto mostró y en los que las dimensiones auriculares fueron mayores. La prevalencia de fibrilación auricular previa también fue elevada.

Los pacientes **congénitos** fueron los más jóvenes y los que menor prevalencia de sobrepeso, hipertensión o diabetes mostraron, con la puntuación CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc más baja del conjunto; así como de insuficiencia cardíaca, enfermedad coronaria, vascular o renal. Las dimensiones auriculares fueron también elevadas, pero no así el antecedente de fibrilación auricular previa.

## Características del procedimiento

En la tabla 12 se muestran las características del procedimiento de ablación.

Tabla 12. Características del procedimiento de ablación.

Características del procedimiento de ablación	
<b>Sedo-relajación</b>	
<b>Anestesia general</b>	78.2%
<b>Ritmo a la llegada</b>	
<b>Sinusal</b>	30.1%
<b>Flúter auricular</b>	65.8%
<b>Fibrilación auricular</b>	4.1%
<b>Tiempo de procedimiento y escopia</b>	
<b>Tiempo de procedimiento (min)</b>	270.8 [219.0 – 333.1]
<b>Tiempo de escopia (min)</b>	57.0 [27.6 – 100.0]
<b>Producto dosis-área (PDA, mGy · cm<sup>2</sup>)</b>	38740.5 [19367 – 72844.5]
<b>Navegador empleado</b>	
<b>Carto (Biosense Webster)</b>	39.9%
<b>Rhythmia (Boston)</b>	26.4%
<b>EnSite (Abbott)</b>	33.7%
<b>Tipo de catéter de ablación empleado</b>	
<b>Catéter con sensor de fuerza de contacto</b>	74.6%

### Sedo-relajación

El 78.2% de los procedimientos se realizaron bajo anestesia general, mientras que el resto (21.8%) se realizaron con sedación (fundamentalmente con midazolam y fentanilo, aunque también con propofol y dexmedetomidina).

### Ritmo a la llegada

La mayoría de los pacientes (65.8%) llegaban al procedimiento en flúter auricular, el 30.1% en ritmo sinusal y el 4.1% en fibrilación auricular. De los pacientes que llegaron en fibrilación auricular, se realizó cardioversión y estimulación eléctrica programada en 2 casos (25% de los pacientes que llegan en fibrilación auricular), y ablación con protocolo de búsqueda e identificación de regiones de driver en 6 casos (75% restante).

### **Tiempo de procedimiento y escopia**

Los procedimientos tuvieron una duración mediana de 270.8 minutos (rango intercuartílico de 219.0 – 333.1), considerando el inicio del procedimiento la entrada del paciente en la sala de Electrofisiología y el final del procedimiento su salida. El tiempo de escopia mediano fue de 57.0 minutos (rango intercuartílico 27.6 – 100.0), con una radiación mediana de 38740.5 mGy · cm<sup>2</sup> (rango intercuartílico 19367 – 72844.5). A pesar de los prolongados tiempos de escopia, sólo el 33.7% de los procedimientos superaron los 67000 mGy · cm<sup>2</sup>, considerado el valor de referencia para los procedimientos de angioplastia coronaria de acuerdo a las recomendaciones de la *International Commission on Radiological Protection* (108).

### **Navegador empleado**

La proporción mayor de casos (39.9%) se realizaron con Carto3 (Biosense Webster), que fue el sistema cuyo mapeo de alta densidad se introdujo antes en el centro (junio de 2015); un 33.7% fue realizado con Ensite (Abbott), el último en introducirse (marzo de 2017); y un 26.4% realizado con Rhythmia (Boston Scientific, introducido en junio de 2016). En cada caso se empleó siempre el catéter de mapeo de alta densidad dedicado comercialmente disponible para cada navegador (PentaRay NAV, Advisor HDGrid e Intellamap Orion, respectivamente).

### **Catéter de ablación irrigado**

En el 74.6% de casos se empleó un catéter de radiofrecuencia con sensor de fuerza de contacto (Thermocool SmartTouch Catheter con Carto, Tacticath Contact Force Ablation Catheter Sensor Enabled con Ensite, e Intellanav StablePoint Ablation Catheter con Rhythmia). En el resto de casos se emplearon los catéteres irrigados FlexAbility Cardiac Ablation Catheter, FlexAbility Cardiac Ablation Catheter Sensor Enabled o Intellatip MIFI.

## Características del procedimiento según distintos subgrupos

La tabla 13 muestra las diferencias en las características del procedimiento en los distintos subgrupos preespecificados.

Tabla 13. Diferencias en las características del procedimiento en los distintos subgrupos preespecificados.

Diferencias en las características del procedimiento en distintos subgrupos					
Característica	Atriopatía primaria	Postablación	Postcirugía	Cardiopatía congénita	p
Anestesia general	<b>74.5%</b>	<b>81.3%</b>	<b>62.1%</b>	<b>89.5%</b>	<b>0.044</b>
Llegada en flúter	74.5%	60%	72.4%	60.5%	0.275
Llegada en ritmo sinusal	19.6%	34.7%	27.6%	36.8%	0.229
Llegada en FA	5.9%	5.3%	0%	2.6%	0.546
Carto	<b>39.2%</b>	<b>25.3%</b>	<b>62.1%</b>	<b>52.6%</b>	<b>0.002</b>
NavX	<b>23.5%</b>	<b>46.7%</b>	<b>13.8%</b>	<b>36.8%</b>	<b>0.004</b>
Rhythmia	<b>37.3%</b>	<b>28%</b>	<b>24.1%</b>	<b>10.5%</b>	<b>0.042</b>
Catéter con FC	64.7%	73.3%	75.9%	89.5%	0.067
T de procedimiento (min)	261 [229 – 313]	269 [207 – 310]	266 [210 – 292]	274 [222 – 330]	0.878
T de escopia (min)	85.5 [47.1 – 112.1]	68 [46.5 – 98.4]	66 [52.5 – 86]	62.4 [27.6 – 100]	0.4300
PDA (mGy · cm <sup>2</sup> )	28486 [19343 – 56843]	49687 [22783 – 80468]	37629 [20170 – 64862]	35537 [16000 – 72689]	0.297

FA: fibrilación auricular. T: tiempo. PDA: producto dosis-área.

Se observó un mayor empleo de anestesia general en pacientes congénitos, seguido de los pacientes postablación, siendo su uso menor en pacientes postcirugía.

El empleo de navegadores fue diferente, predominando el empleo de Carto en los pacientes postquirúrgicos y congénitos y Navx en los pacientes postablación, siendo el reparto de navegadores más equitativo en los pacientes con atriopatía primaria, son un empleo del navegador Rhythmia mayor que en otros subgrupos (aunque sin diferencias estadísticamente significativas en la tasa de empleo de catéter con sensor de fuerza de contacto).

No se observaron diferencias estadísticamente significativas en la proporción de pacientes que llegaron en ritmo sinusal, flúter o fibrilación auricular. Tampoco en el tiempo de procedimiento, tiempo de escopia o PDA empleado.

## Características de los flúteres clínicos mapeados

En la tabla 14 se muestran las características de los flúteres atípicos mapeados.

Tabla 14. Características de los flúteres clínicos mapeados.

Características de los flúteres clínicos mapeados	
<b>Mapeabilidad</b>	
Mapeable inicial	84.5%
Mapeable final	95.3%
<b>Aurícula implicada</b>	
Derecha	25.9%
Izquierda	73.1%
Ambas	1.0%
<b>Mecanismo implicado</b>	
Macrorreentrada	59.8%
Reentrada pequeña	40.2%
<b>Lesión de radiofrecuencia realizada para su terminación</b>	
Ablación sólo lineal	57.6%
Ablación sólo focal	41.3%
Ablación lineal y focal	1.1%

### Mapeabilidad

Treinta casos (15.5% del total) se consideraron **inicialmente no-mapeables**:

- 9 casos (30%) por llegada en ritmo sinusal y no inducibilidad de flúter atípico de forma sostenida, con inducción sólo de fibrilación auricular sostenida. En estos casos se intentó el paso a ritmo sinusal o a una arritmia auricular organizada mediante ablación guiada por protocolo de búsqueda e identificación subjetiva de regiones *driver* (rotores) de fibrilación auricular.
- 6 casos (20%) por llegada en fibrilación auricular en los que se intentó el paso a ritmo sinusal o a una arritmia auricular organizada mediante ablación guiada por protocolo de búsqueda e identificación de regiones *driver* (rotores) de fibrilación auricular.
- 6 casos (20%) por llegada en flúter, pero cambios constantes de una secuencia a otra o paso a fibrilación auricular que impide completar el mapeo

del flúter. En estos casos se realizó ablación empírica de venas pulmonares (n = 5) o ablación de *drivers* (n = 1).

- 6 casos (20%) por llegada en ritmo sinusal y no inducibilidad inicial de flúter ni fibrilación auricular de forma sostenida. Se realizó ablación empírica de sustrato o de venas pulmonares.
- 3 casos (10%) por terminación temprana (mecánica o tras estimulación) del flúter y no inducibilidad posterior. En estos casos se realizó ablación de sustrato en 2 casos y ablación empírica de venas pulmonares en otra.

Tras esto, 21 casos (70% de los inicialmente no-mapeables), fueron finalmente mapeables: 14 tras ablación de regiones de *driver*, 5 tras ablación empírica de venas pulmonares con inducción de flúter posterior, y 2 tras ablación de sustrato. Así, la proporción final de casos en los que no pudo mapearse el flúter fue de 4.7%.

### Aurícula implicada

La cámara implicada con más frecuencia (73.1%) fue la aurícula izquierda. La aurícula derecha estuvo implicada en un cuarto de los procedimientos (25.9%), y hubo 2 casos (1%) de flúter biauricular, ambos de circuito único (*single-loop*) tipo 1 de la clasificación propuesta por Kitamura *et al* (109), implicando a la mayor parte de la circunferencia mitral y tricuspídea pero excluyendo la región septal de ambas aurículas. (figura 39).

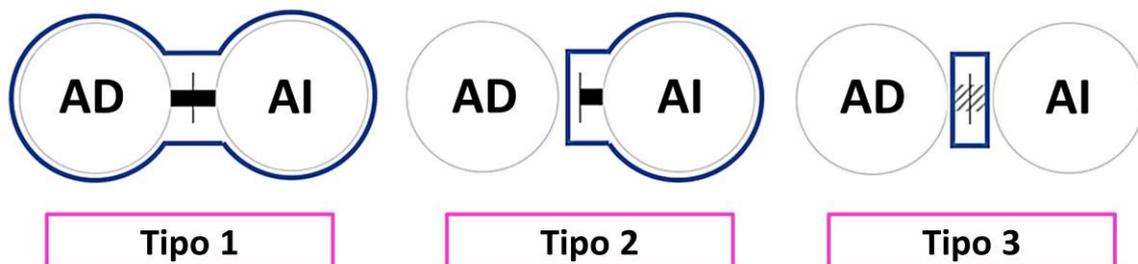


Figura 39. Esquema de posibles taquicardias auriculares macrorreentrantes biauriculares de circuito único.

Adaptado de Kitamura *et al* (109).

La tabla 15 muestra las características basales de los pacientes en función de si el flúter clínico fue derecho izquierdo.

Tabla 15. Diferencias en las características basales de los pacientes en función de la aurícula implicada.

<b>Diferencias en las características basales de los pacientes en función de la aurícula implicada</b>			
<b>Característica</b>	<b>Derecha N=50</b>	<b>Izquierda N=141</b>	<b>p</b>
Edad (años)	<b>48.2 ±19.7</b>	<b>69.7 ±11.5</b>	<b>&lt;0.0001</b>
Sexo femenino	<b>30%</b>	<b>51.1%</b>	<b>0.010</b>
Peso (kg)	74.4 ±21.8	73.1 ±13.1	0.6267
Altura (cm)	167.8 ±10.4	164.6 ±9.9	0.0533
Índice de masa corporal	25.9 ±5.8	26.9 ±3.8	0.1710
Hipertensión	<b>32%</b>	<b>71.6%</b>	<b>&lt;0.001</b>
Diabetes	<b>6%</b>	<b>33.3%</b>	<b>&lt;0.001</b>
Puntuación CHA <sub>2</sub> DS <sub>2</sub> VASc	<b>1.4 ±1.5</b>	<b>3.6 ±1.8</b>	<b>&lt;0.0001</b>
FE del ventrículo izquierdo/sistémico (%)	63.9 ±9.7	60.4 ±13	0.1005
Diámetro de aurícula izquierda (cm)	<b>4.4 ±1.1</b>	<b>4.5 ±0.7</b>	<b>0.0333</b>
Volumen de aurícula izquierda (ml/m <sup>2</sup> )	40.4 ±11.4	45.4 ±16	0.2140
Cardiopatía estructural	<b>86%</b>	<b>59.6%</b>	<b>0.001</b>
Enfermedad coronaria (obstructiva o no)	12%	17%	0.402
Infarto	10%	13.5%	0.524
Valvulopatía significativa	<b>14%</b>	<b>28.4%</b>	<b>0.043</b>
Cardiopatía congénita	<b>62%</b>	<b>2.84%</b>	<b>&lt;0.001</b>
Otras cardiopatías	8%	19.2%	0.066
Insuficiencia cardíaca	<b>16%</b>	<b>37.6%</b>	<b>0.005</b>
Cirugía cardíaca	<b>70%</b>	<b>20.6%</b>	<b>&lt;0.001</b>
Fibrilación auricular previa	<b>32%</b>	<b>62.4%</b>	<b>&lt;0.001</b>
Ablación auricular previa (percutánea o quirúrgica)	52%	60.3%	0.308
Ictus o accidente isquémico transitorio	<b>6%</b>	<b>18.4%</b>	<b>0.035</b>
Vasculopatía	12%	22.7%	0.104
Enfermedad pulmonar obstructiva o asma	4%	7.8%	0.359
Apnea obstructiva del sueño	8%	10.6%	0.592
Enfermedad renal crónica moderada o severa	<b>16%</b>	<b>38.3%</b>	<b>0.004</b>

FE: fracción de eyección.

Comparativamente con los derechos, los flúteres izquierdos presentaban un mayor diámetro de aurícula izquierda ( $4.5 \pm 0.7$  cm versus  $4.4 \pm 1.1$  cm,  $p = 0.0333$ ), una edad significativamente más avanzada ( $69.7 \pm 11.5$  versus  $48.2 \pm 19.7$ ,  $p < 0.0001$ ), mayor proporción de hipertensión (71.6% versus 32%,  $p < 0.001$ ), diabetes (33.3% versus 6%,  $p < 0.001$ ), insuficiencia cardíaca (37.6% versus 16%,  $p = 0.005$ ) y antecedentes de ictus o accidente isquémico transitorio (18.4% versus 6%,  $p = 0.035$ ), y en consecuencia un riesgo tromboembólico más elevado (puntuación en la escala CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>VASc de  $3.6 \pm 1.8$  versus  $1.4 \pm 1.5$ ,  $p < 0.0001$ ). Asimismo, se observó una mayor proporción de valvulopatía (28.4% versus 14%,  $p = 0.043$ ), enfermedad renal crónica moderada o severa (38.3% versus 16%,  $p = 0.004$ ) y fibrilación auricular previa (62.4% versus 32%,  $p < 0.0001$ ). Por el contrario, existió menor predominio del sexo masculino (48.9% versus 70%,  $p = 0.010$ ), cardiopatía congénita (2.84% versus 62%,  $p < 0.0001$ ), cardiopatía estructural (59.6% versus 86%,  $p = 0.001$ ) y cirugía cardíaca previa (20.6% versus 70%,  $p < 0.0001$ ).

En un análisis multivariado (realizado mediante regresión logística e incluyendo las variables edad, sexo, hipertensión, diabetes, ictus o accidente isquémico transitorio, enfermedad renal crónica grado 3 o mayor, puntuación en el score CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>VASc, diámetro auricular izquierdo, cardiopatía estructural, valvulopatía, cardiopatía congénita, insuficiencia cardíaca, cirugía cardíaca previa y ablación previa), sólo el **sexo femenino** (OR 5.74, IC95% 1.37 – 24.09,  $p = 0.017$ ), la **diabetes** (OR 27.25, IC95% 2.56 – 289.45;  $p = 0.006$ ), el **antecedente de fibrilación auricular** (OR 5.07, IC95% 1.43 – 18.0;  $p = 0.012$ ) y la ausencia de **antecedente de cardiopatía congénita** (OR 46.57, IC95% 5.83 – 371.9;  $p < 0.001$ ) se asociaron de forma independiente con el hallazgo de flúter auricular izquierdo.

## Circuito implicado

- **Flúteres izquierdos.** Del total de flúteres mapeables izquierdos (133), el 34.6% fueron flúteres perimitrales (de los cuales el 15.2% presentaban simultáneamente un circuito perivenas pulmonares en figura de 8), el 25% flúteres perivenas pulmonares sin participación del anillo mitral, y el 46.6% otros, incluyendo macro y microrreentradas.

- **Flúteres derechos.** Del total de flúteres mapeables derechos (49), el 34.7% fueron incisionales (de los cuales el 29.4% presentaban simultáneamente un circuito peritricuspídeo en figura de 8), el 28.6% laterales, y el 36.7% otros.

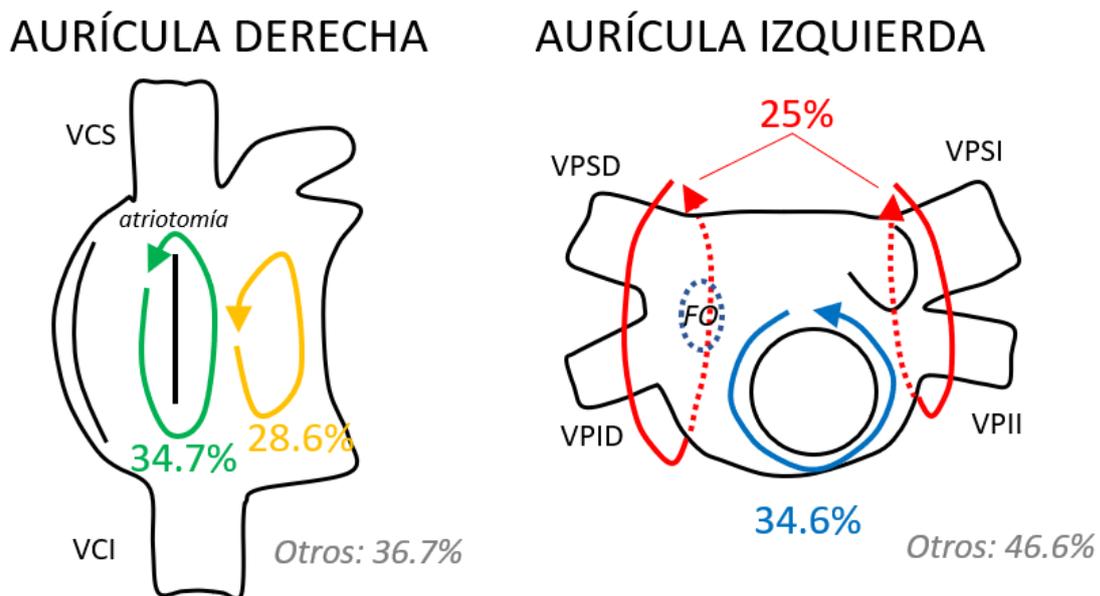


Figura 40. Principales circuitos de flúter encontrados en aurícula derecha (incisional, lateral y otros) y aurícula izquierda (perimitral, perivenas pulmonares y otros). VCS: vena cava superior. VCI: vena cava inferior. VPSD: vena pulmonar superior derecha. VPID: vena pulmonar inferior derecha. VPSI: vena pulmonar superior izquierda. VPIL: vena pulmonar inferior izquierda.

## Mecanismo implicado

De los flúteres clínicos que resultaron mapeables, el mecanismo más frecuentemente encontrado fue el de la taquicardia auricular macrorreentrante (circuito reentrante en torno a un obstáculo anatómico de gran tamaño), en un 59.8%. En el resto de los casos (40.2%), el flúter tenía origen en una microrreentrada (circuito reentrante en torno a un obstáculo anatómico o funcional de pequeño tamaño), habitualmente de localización pericatricial. La tabla 16 muestra las características basales de los pacientes en función del mecanismo del flúter

Tabla 16. Diferencias en las características basales de los pacientes en función del mecanismo del flúter.

Diferencias en las características basales de los pacientes en función del mecanismo implicado			
Característica	Macro-reentrada (N=110)	Micro-reentrada (N=74)	p
Edad (años)	63.8 ±18.2	62.3 ±17.3	0.5693
Sexo femenino	40.9%	48.7%	0.300
Peso (kg)	<b>75.2 ±17.5</b>	<b>70.3 ±13.2</b>	<b>0.0413</b>
Altura (cm)	166.2 ±11.1	164.4 ±9.4	0.2643
Índice de masa corporal	26.9 ±5.0	26.0 ±3.7	0.1570
Hipertensión	62.7%	56.8%	0.417
Diabetes	24.6%	28.4%	0.562
Puntuación CHA <sub>2</sub> DS <sub>2</sub> VASc	2.9 ±1.9	3.0 ±2.1	0.6840
FE del ventrículo izquierdo/sistémico (%)	63.2 ±11.6	59.7 ±12.9	0.0706
Diámetro de aurícula izquierda (cm)	4.4 ±0.7	4.6 ±0.9	0.1487
Volumen de aurícula izquierda (ml/m <sup>2</sup> )	44.9±16.7	44.2 ±13.3	0.8153
Cardiopatía estructural	64.6%	68.9%	0.538
Enfermedad coronaria (obstructiva o no)	16.4%	14.9%	0.784
Infarto	12.7%	12.2%	0.910
Valvulopatía significativa	23.6%	23.0%	0.917
Cardiopatía congénita	21.8%	16.2%	0.348
Otras cardiopatías	<b>11.8%</b>	<b>23.0%</b>	<b>0.045</b>
Insuficiencia cardíaca	<b>25.5%</b>	<b>39.2%</b>	<b>0.048</b>
Cirugía cardíaca	36.4%	28.4%	0.259
Fibrilación auricular previa	56.4%	51.4%	0.503
Ablación auricular previa (percutánea o quirúrgica)	56.4%	58.1%	0.815
Ictus o accidente isquémico transitorio	13.6%	16.2%	0.628
Vasculopatía	18.2%	20.3%	0.723
Enfermedad pulmonar obstructiva o asma	5.5%	9.5%	0.299
Apnea del sueño	10.9%	8.1%	0.531
Enfermedad renal crónica moderada o severa	33.6%	29.7%	0.578

Comparativamente con las microrreentradas, los flúteres de mecanismo macrorreentrante se dieron en pacientes con un peso más elevado ( $75.2 \pm 17.5$  versus  $70.3 \pm 13.2$ ,  $p=0.0413$ ), con menor incidencia de otras cardiopatías (11.8% versus 23%,  $p=0.045$ ) y de insuficiencia cardíaca (25.5% versus 39.2%,  $p=0.048$ ), aunque no se encontraron diferencias significativas en el análisis multivariado.

No hubo tampoco diferencias en la localización del flúter (75% localizados en la aurícula izquierda en los de mecanismo reentrante versus 70.27% en los de mecanismo microrreentrante,  $p=0.048$ ).

En 29 casos (15.8% de los flúteres mapeables) se encontró un flúter en figura de 8, esto es, la coexistencia de 2 circuitos de flúter con un istmo común.

#### **Lesión de radiofrecuencia realizada**

Considerando los flúteres que resultaron mapeables, para la terminación del flúter clínico se realizó mayoritariamente una lesión de tipo lineal (57.6%). El 41.3% de los flúteres fueron tratados con lesiones focales y un 1.1% con ambos tipos de lesiones.

## Características de los flúteres clínicos mapeados según distintos subgrupos

La tabla 17 muestra las diferencias en las características del flúter clínico mapeado en los distintos subgrupos preespecificados.

Tabla 17. Diferencias en las características del flúter clínico mapeado en los distintos subgrupos preespecificados.

Diferencias en las características del flúter clínico mapeado en distintos subgrupos					
Característica	Atriopatía primaria	Postablación	Postcirugía	Cardiopatía congénita	p
Mapeable inicial	78.4%	84.0%	86.2%	92.1%	0.364
Mapeable final	96.1%	97.3%	89.7%	94.7%	0.412
Flúter clínico derecho	<b>5.9%</b>	<b>14.7%</b>	<b>17.2%</b>	<b>81.6%</b>	<b>&lt;0.001</b>
Flúter clínico macrorreentrante	53.1%	58.9%	65.4%	66.7%	0.574
Flúter clínico en figura de 8	12.2%	20.6%	15.4%	11.1%	0.512
Flúter clínico tratado con ablación lineal	66%	57.5%	51.9%	55.3%	0.606

Atendiendo a los diferentes subgrupos preespecificados, no hubo diferencias en las características del flúter clínico a excepción de la cámara implicada, siendo mucho más prevalente la localización en aurícula derecha en los pacientes congénitos y menos prevalente en los pacientes con atriopatía primaria. Por otro lado, los 2 únicos flúteres biauriculares encontrados ocurrieron en el grupo de pacientes congénitos.

## Resultado de la ablación del flúter clínico e inducibilidad posterior

Considerando la globalidad de pacientes remitidos para ablación por flúter atípico, se logró la terminación mediante ablación del flúter clínico en el 93.3% de los casos. Si consideramos únicamente los casos mapeables (de forma espontánea, o bien tras cualquier estrategia de ablación previa), se logró la terminación del 97.8%.

Tras la ablación efectiva del flúter considerado clínico, se indujeron otros flúteres en casi dos tercios de la población (61.1% de los casos con ablación efectiva), siendo el total de flúteres mapeados y ablacionados de 360. La mediana de flúteres mapeados en pacientes con ablación efectiva de un primer flúter y en los que se indujo otro flúter fue de 2 [2 - 3], con un rango de 2 a 8. En la totalidad de la población remitida para ablación (esto es, incluyendo también pacientes no mapeables o pacientes en los que no se indujo ningún flúter adicional tras la ablación efectiva del primer flúter), el número mediando de flúteres mapeados fue de 2 [1 – 2], con un rango de 0 a 8. En la figura 41 se incluye el histograma del número de flúteres.

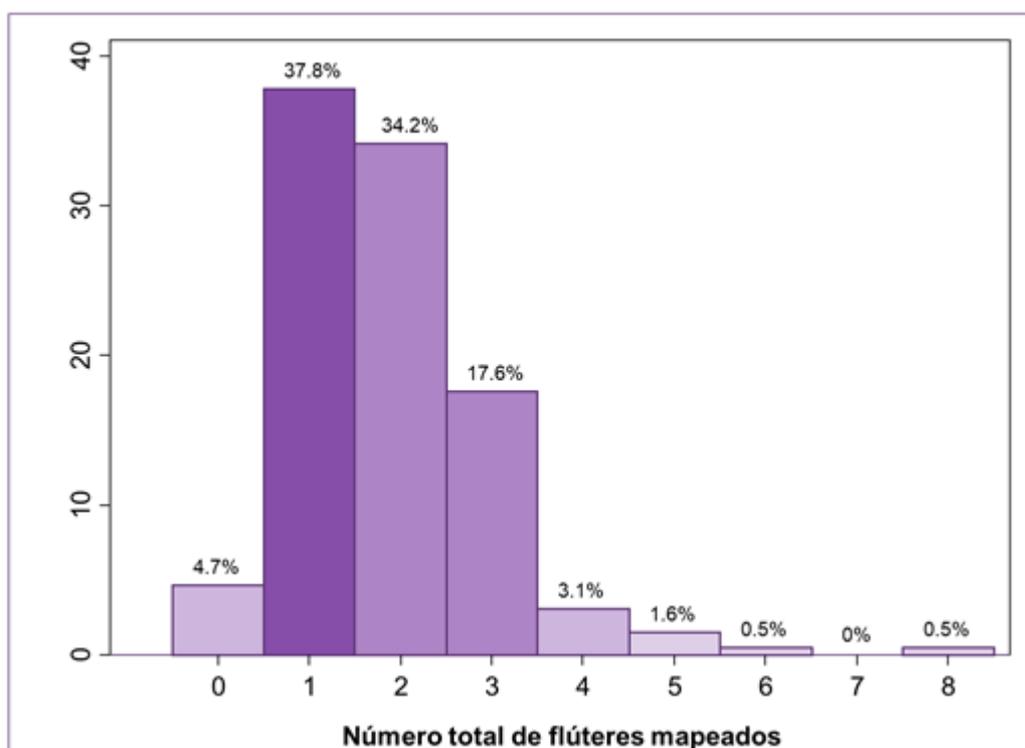


Figura 41. Histograma del número total de flúteres mapeados, considerando la cohorte completa.

### Aurícula implicada

Del conjunto de pacientes remitidos a ablación y considerados mapeables (de forma espontánea, o bien tras cualquier estrategia de ablación previa), se trataron flúteres dependientes sólo de aurícula izquierda en el 56.5%, sólo de aurícula derecha en el 25% y de ambas aurículas en el 18.5%.

### Circuitos implicados

En el conjunto de pacientes remitidos a ablación y considerados mapeables (de forma espontánea, o bien tras cualquier estrategia de ablación previa), se encontraron los circuitos de flúter que se recogen en la tabla 18.

Tabla 18. Tipos de circuito de flúter más característicos encontrados (considerando el flúter clínico y los flúteres posteriormente inducible).

<b>Circuitos de flúter encontrados (clínicos e inducibles) en los pacientes considerados mapeables</b>	
<b>Aurícula derecha</b>	
<b>Flúter común</b>	29.3%
<b>Flúter incisional</b>	9.8%
<b>Otro flúter derecho</b>	21.2%
<b>Aurícula izquierda</b>	
<b>Flúter perimitral</b>	33.2%
<b>Flúter perivenas pulmonares</b>	21.2%
<b>Flúter dependiente del Marshall</b>	6.0%
<b>Otro flúter izquierdo</b>	47.3%
<b>Otro</b>	
<b>No mapeable</b>	16.8%

## Mecanismo implicado

Del conjunto de pacientes remitidos a ablación y considerados mapeables (de forma espontánea, o bien tras cualquier estrategia de ablación previa), el 75.5% (139 pacientes) presentó algún flúter de mecanismo macrorreentrante y el 54.9% (101 pacientes) algún flúter de mecanismo microrreentrante. El 32.1% (59 pacientes) presentó flúteres de ambos tipos de mecanismo.

## Lesión de radiofrecuencia realizada

En el conjunto de pacientes remitidos a ablación y considerados mapeables (de forma espontánea o bien tras cualquier estrategia de ablación previa, 184 pacientes) para la terminación del flúter clínico y del resto de flúteres inducidos, un 85.3% (157 pacientes) recibió algún tipo de ablación lineal y un 53.8% (99 pacientes) recibió algún tipo de ablación focal. El 39.1%, 72 pacientes, recibieron ambos tipos de lesiones.

La tabla 19 muestra las lesiones de radiofrecuencia presentes en los pacientes, fruto del último procedimiento de ablación o de procedimientos previos.

Tabla 19. Lesiones de radiofrecuencia lineales realizadas en el procedimiento o generadas en el conjunto de procedimientos realizados al paciente.

Lesiones de radiofrecuencia realizadas en los pacientes considerados mapeables		
Tipo de lesión lineal de radiofrecuencia	Realizada en este procedimiento	Realizada en este procedimiento o en previos
Istmo cavotricuspídeo	41.3%	60.9%
Venas pulmonares	27.2%	48.4%
Línea anterior mitral	46.7%	51.6%
Línea de techo	24.5%	27.2%
Línea de suelo	6.0%	16.7%
Istmo mitral clásico	3.8%	5.4%

## Características de los flúteres mapeados y lesiones realizadas según distintos subgrupos

La tabla 20 muestra las diferencias en las características de los flúteres mapeados y las lesiones realizadas en los distintos subgrupos preespecificados.

Tabla 20. Diferencias en las características de los flúteres mapeados y las lesiones realizadas en distintos subgrupos.

Diferencias en las características de los flúteres mapeados y lesiones realizadas en distintos subgrupos					
Característica	Atriopatía primaria	Postablación	Postcirugía	Cardiopatía congénita	p
Terminación del flúter clínico	94.1%	96.0%	86.2%	92.1%	0.343
Inducción de otros flúteres mapeables	60.0%	56.0%	51.7%	60.5%	0.866
Número de flúteres mapeados	2.1 ±1.2	1.9 ±1.2	1.7 ±1.2	1.8 ±0.8	0.085
Inducción de algún flúter izquierdo	<b>94.1%</b>	<b>85.3%</b>	<b>82.8%</b>	<b>13.9%</b>	<b>&lt;0.001</b>
Flúter perimitral	<b>42.0%</b>	<b>35.1%</b>	<b>41.4%</b>	<b>5.3%</b>	<b>0.001</b>
Flúter perivenas pulmonares	<b>12.0%</b>	<b>35.1%</b>	<b>24.1%</b>	<b>0%</b>	<b>&lt;0.001</b>
Flúter dependiente de la vena de Marshall	4.0%	10.8%	0.0%	2.6%	0.101
Otro flúter izquierdo	<b>78.0%</b>	<b>47.3%</b>	<b>27.6%</b>	<b>13.2%</b>	<b>&lt;0.001</b>
Inducción de algún flúter derecho	<b>5.9%</b>	<b>14.7%</b>	<b>17.2%</b>	<b>86.1%</b>	<b>&lt;0.001</b>
Flúter común	<b>26.0%</b>	<b>20.2%</b>	<b>24.1%</b>	<b>50.0%</b>	<b>0.009</b>
Flúter incisional	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>6.9%</b>	<b>42.1%</b>	<b>&lt;0.001</b>
Otro flúter derecho	<b>10.0%</b>	<b>14.9%</b>	<b>17.2%</b>	<b>47.4%</b>	<b>&lt;0.001</b>
Inducción de algún flúter macrorreentrante	72.0%	72.6%	69.0%	79.0%	0.812
Inducción de algún flúter microrreentrante	64.0%	57.5%	41.4%	39.5%	0.060
Inducción de arritmia sostenida no mapeable	26.0%	20.3%	27.6%	7.9%	0.136
Realización de alguna ablación lineal	92.2%	82.7%	86.2%	84.2%	0.493
Realización de alguna ablación focal	47.1%	61.3%	48.3%	47.4%	0.314
Ablación de ICT (actual o previa)	<b>37.3%</b>	<b>68.0%</b>	<b>72.4%</b>	<b>71.1%</b>	<b>0.001</b>

<b>Aislamiento de VVPP (actual o previa)</b>	<b>37.3%</b>	<b>82.7%</b>	<b>41.4%</b>	<b>7.9%</b>	<b>&lt;0.001</b>
<b>Ablación de istmo mitral (actual o previa)</b>	<b>0.0%</b>	<b>9.3%</b>	<b>13.8%</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.013</b>
<b>Línea anterior (actual o previa)</b>	<b>68.6%</b>	<b>61.3%</b>	<b>55.2%</b>	<b>7.9%</b>	<b>&lt;0.001</b>
<b>Línea de techo (actual o previa)</b>	<b>27.5%</b>	<b>40.0%</b>	<b>34.5%</b>	<b>5.3%</b>	<b>0.002</b>
<b>Línea de suelo (actual o previa)</b>	5.9%	8.0%	17.2%	2.6%	0.152

ICT: istmo cavo-tricúspideo. VVPP: venas pulmonares.

No hubo diferencias en la tasa de terminación del flúter clínico o en la probabilidad de inducción de otros flúteres, mapeables o no mapeables, ni en su número.

Sí se encontraron diferencias en la proporción de pacientes en los que se indujo algún otro flúter izquierdo, siendo mayor en los pacientes con atriopatía primaria y menor en los congénitos, en los que primó la inducción de algún otro flúter derecho. En concreto, la inducción de flúter perimitral fue más probable en los pacientes con atriopatía primaria o postcirugía y menor en los congénitos; la inducción de flúter perivenas pulmonares fue más probable en los pacientes postablación seguida de los pacientes postcirugía, no observándose en los pacientes congénitos; la inducción de otros flúteres izquierdos no perimitrales ni perivenas pulmonares fue más probable de los pacientes con atriopatía primaria seguido de los pacientes postablación, siendo menos probable en los pacientes congénitos. Por otro lado, la inducción de flúter común fue el doble de probable en los pacientes congénitos que en el resto de grupos.

No se encontraron diferencias en la aparición de flúteres de mecanismo macro o microrreentrante, ni en el tipo de lesiones (lineales o focales) realizadas en el procedimiento.

Finalmente, y en estrecha relación con el tipo de flúteres inducidos pero también con los antecedentes previos, la prevalencia de ciertas líneas de bloqueo, ya sea realizadas en el procedimiento actual o en uno previo, fue más frecuente en ciertos subgrupos: el bloqueo del istmo cavo-tricuspídeo fue más frecuente en pacientes

congénitos y postquirúrgicos y menos frecuente en pacientes con atriopatía primaria; el aislamiento de venas pulmonares fue más frecuente en el grupo postablación y menos en el grupo de congénitos; la ablación del istmo mitral fue más prevalente en pacientes postquirúrgicos y no se observó ni se produjo en pacientes congénitos o con atriopatía primaria; la realización de líneas anteriores mitrales fue más frecuente en pacientes con atriopatía primaria o en el grupo postablación; la realización de línea de techo fue más frecuente en el grupo postablación, seguido de postcirugía, y menos frecuente en el grupo de congénitos.

## Resultado final de la ablación de flúter

Considerando la definición de *éxito final* del procedimiento como la ablación eficaz de todas las arritmias iniciales o inducibles (incluyendo pacientes con fibrilación auricular a la llegada o inducida), con ritmo sinusal final sin necesidad de cardioversión, se pudo evaluar el éxito final en 189 pacientes. En los restantes 4 pacientes (2.1%) no se pudo evaluar por llegada en ritmo sinusal (n = 3) o finalización espontánea del flúter clínico previa al mapeo (n = 1) y ausencia de inducibilidad de arritmias sostenidas en ningún momento del procedimiento.

Se logró el éxito final del procedimiento en 169 pacientes (89.4% del total de pacientes remitidos, 91.8% de los que fueron mapeables espontáneamente o después de cualquier estrategia de ablación).

### **Diferencias en las características basales de los pacientes en función del éxito final del procedimiento**

La tabla 21 muestra las características basales de los pacientes en función del éxito final del procedimiento.

Tabla 21. Diferencias en las características basales de los pacientes en función del éxito total del procedimiento.

Características basales de los pacientes en función del éxito final del procedimiento			
Característica	Éxito final (N = 169)	No éxito (N = 20)	p
Edad (años)	62.9 ±18.0	68.4 ±13.6	0.1831
Sexo femenino	43.8%	50.0%	0.597
Peso (kg)	73.2 ±16.5	73.0 ±9.2	0.9519
Altura (cm)	165.3 ±10.6	165.6 ±8.5	0.9151
Índice de masa corporal	26.6 ±3.0	26.5 ±4.5	0.9109
Hipertensión	61.0%	60.0%	0.935
Diabetes	27.2%	20.0%	0.489
Puntuación CHA <sub>2</sub> DS <sub>2</sub> VASc	3.0 ±2.0	3.2 ±1.8	0.6380
FE del ventrículo izquierdo/sistémico (%)	61.7 ±12.5	58.4 ±11.5	0.2831
Diámetro de aurícula izquierda (cm)	4.4 ±0.8	4.7 ±0.9	0.1442
Volumen de aurícula izquierda (ml/m <sup>2</sup> )	<b>43.5±13.6</b>	<b>55.1 ±23.9</b>	<b>0.0060</b>
Cardiopatía estructural	66.9%	70.0%	0.778
Enfermedad coronaria (obstructiva o no)	16.0%	15.0%	0.910
Infarto	13.0%	10.0%	0.702
Valvulopatía significativa	23.1%	30.0%	0.492
Cardiopatía congénita	20.7%	10.0%	0.254
Otras cardiopatías	16.0%	20.0%	0.646
Insuficiencia cardíaca	30.8%	35.0%	0.699
Cirugía cardíaca	33.1%	40.0%	0.540
Fibrilación auricular previa	<b>50.9%</b>	<b>80.0%</b>	<b>0.014</b>
Ablación auricular previa (percutánea o quirúrgica)	55.0%	75.0%	0.088
Ictus o accidente isquémico transitorio	14.8%	15.0%	0.980
Vasculopatía	19.5%	15.0%	0.626
Enfermedad pulmonar obstructiva o asma	7.7%	0%	0.199
Apnea del sueño	10.7%	0%	0.125
Enfermedad renal crónica moderada o severa	32.5%	20.0%	0.252

Sólo el menor volumen de la aurícula izquierda ( $43.5 \pm 13.6$  ml/m<sup>2</sup> vs  $55.1 \pm 23.9$  ml/m<sup>2</sup>, p=0.0060) y el menor antecedente de fibrilación auricular previa (50.9% vs 80.0%, p=0.014) se asociaron de manera estadísticamente significativa con el éxito total del procedimiento en el análisis univariado.

## Diferencias en las características procedimentales en función del éxito final del procedimiento

La tabla 22 muestra las características procedimentales en función del éxito final del procedimiento.

Tabla 22. Diferencias en las características procedimentales en función del éxito total del procedimiento.

Características procedimentales en función del éxito final del procedimiento			
Característica	Éxito final (N = 169)	No éxito (N = 20)	p
Anestesia general	77.5%	80.0%	0.800
Llegada en flúter	66.9%	60.0%	0.540
Llegada en ritmo sinusal	29.6%	35%	0.618
Llegada en fibrilación auricular	3.6%	5.0%	0.745
Empleo de navegador Carto	40.2%	40%	0.984
Empleo de navegador NavX	34.9%	25%	0.376
Empleo de navegador Rhythmia	24.9%	35%	0.327
Empleo de catéteres con sensor de fuerza de contacto	75.7%	65.0%	0.297
Tiempo de procedimiento (min)	270 [222 – 313]	227 [206 – 229]	0.0577
Tiempo de escopia (min)	67 [43 – 103]	83 [73.3 – 111.2]	0.0543
Producto dosis-área (PDA, mGy · cm <sup>2</sup> )	<b>38135 [18579 – 70328]</b>	<b>67597 [35223 – 141030]</b>	<b>0.0239</b>

Sólo el menor PDA (38135 mGy · cm<sup>2</sup> versus 67597 mGy · cm<sup>2</sup>, p=0.0239) se asoció de manera estadísticamente significativa con el éxito total del procedimiento en el análisis univariado. Probablemente se deba a la utilización de una mayor calidad de escopia en pacientes sin éxito en el procedimiento (ante la mayor complejidad de los casos, para mejorar la visualización fluoroscópica de los catéteres).

## Diferencias en las características de los flúteres mapeados y las lesiones realizadas en función del éxito final del procedimiento

La tabla 23 muestra las características de los flúteres mapeados y las lesiones realizadas en función del éxito final del procedimiento.

Tabla 23. Características de los flúteres mapeados y lesiones realizadas en función del éxito del procedimiento.

Características de los flúteres mapeados y las lesiones realizadas en función del éxito final del procedimiento			
Característica	Éxito final (N = 169)	No éxito (N = 20)	p
Mapeable inicial	89.4%	60%	<0.001
Mapeable final	100%	75%	<0.001
Flúter clínico derecho	28.1%	15%	0.209
Flúter clínico macrorreentrante	59.8%	60%	0.986
Flúter clínico en “figura de 8”	16.6%	6.7%	0.313
Flúter clínico tratado con ablación lineal	58.0%	66.7%	0.477
Terminación del flúter clínico	100%	55%	<0.001
Inducción de otros flúteres	59.2%	50%	0.432
Número de flúteres mapeados	2.0 ±1.1	1.5 ±1.3	0.0823
Inducción de algún flúter macrorreentrante	75.7%	57.9%	0.093
Inducción de algún flúter microrreentrante	54.4%	47.4%	0.558
Inducción de alguna arritmia sostenida no mapeable	14.9%	57.9%	<0.001
Realización de alguna ablación lineal	86.4%	80%	0.440
Realización de alguna ablación focal	53.3%	55%	0.882
Ablación de istmo cavo-tricuspídeo (procedimiento actual o previo)	61%	65%	0.725
Aislamiento de venas pulmonares (procedimiento actual o previo)	48.5%	50%	0.900
Ablación de istmo mitral clásico (procedimiento actual o previo)	4.7%	10%	0.320
Ablación con línea mitral anterior (procedimiento actual o previo)	52.1%	45%	0.550
Ablación de techo (procedimiento actual o previo)	26%	45%	0.074
Ablación de suelo (procedimiento actual o previo)	7.1%	10%	0.640

Sólo la mapeabilidad inicial (89.4% vs 60%, <0.001) o final (100% vs 75%, <0.001), la terminación de flúter clínico (100% vs 55%,  $p<0.001$ ) y la menor inducción de arritmias sostenidas no mapeables (14.9% vs 57.9%,  $p<0.001$ ) se asoció de manera significativa con el éxito total del procedimiento en el análisis univariado.

### **Predictores del éxito final del procedimiento**

En el análisis multivariado (realizado mediante regresión logística incluyendo el volumen auricular izquierdo indexado, el antecedente de fibrilación auricular o de ablación auricular previa, la mapeabilidad inicial, el número total de flúteres mapeados, la inducción de algún flúter macrorreentrante, la inducción de otros flúteres no mapeables o la realización de una línea de techo (en el procedimiento índice o previamente) sólo el **volumen auricular izquierdo indexado** (OR 1.05 por cada ml/m<sup>2</sup>, IC95% 1.01 – 1.09,  $p=0.014$ ) y la **inducción de arritmias sostenidas no mapeables** (OR 10.52, IC95% 2.61 – 42.32,  $p=0.001$ ) fueron predictores del no éxito final.

### **Éxito final del procedimiento según los distintos subgrupos**

Se consiguió el éxito final del procedimiento en el 92% de los pacientes con atriopatía primaria, 89.2% de los pacientes del grupo postablación, 81.5% de los pacientes del grupo postcirugía y 92.1% de los pacientes congénitos, sin diferencias estadísticamente significativas ( $p=0.486$ ).

## Complicaciones

Del total de pacientes remitidos para ablación de flúter atípico, se observó la aparición de alguna complicación en 17 pacientes (8.8%, tabla 24).

Tabla 24. Complicaciones mayores y menores.

Complicaciones	
<b>Complicación mayor</b>	12 (6.2%)
<b>Derrame pericárdico que precisa drenaje</b>	6 (3.1%)
<b>Sangrado mayor</b>	2 (1%)
<b>Disociación electromecánica</b>	2 (1%)
<b>Bloqueo auriculoventricular</b>	1 (0.5%)
<b>Accidente isquémico transitorio</b>	1 (0.5%)
<b>Complicación menor</b>	5 (2.6%)
<b>Sangrado menor</b>	4 (2.1%)
<b>Paresia frénica</b>	1 (0.5%)

En cuanto a complicaciones mayores, se observaron 6 derrames pericárdicos severos (2 de ellos sin repercusión hemodinámica, se realizó drenaje pericárdico por vía subxifoidea en todos en la sala de Electrofisiología), 2 sangrados mayores (1 sangrado alveolar que preciso intubación orotraqueal y 1 hematoma retroperitoneal que preciso drenaje quirúrgico), 2 paradas cardíacas por disociación electromecánica (en ambos casos pacientes con disfunción ventricular severa y mapeo prolongado en flúter con conducción rápida que precisaron maniobras de reanimación y posterior soporte circulatorio con drogas vasoactivas), 1 bloqueo auriculoventricular completo (en paciente con cardiopatía congénita corregida y microrreentrada perihisiana, tratado con implante de marcapasos bicameral definitivo), y 1 accidente isquémico transitorio (sin secuelas).

En cuanto a complicaciones menores, se observaron 4 hematomas sin anemia ni necesidad de actuación quirúrgica, y una paresia frénica, resuelta en radiografía de control a los 3 meses.

## Diferencias en las características basales de los pacientes en función de la aparición de complicaciones

La tabla 25 muestra las características basales de los pacientes en función de la aparición de complicaciones (mayores o menores). No se observaron diferencias estadísticamente significativas en ninguna característica basal entre los pacientes que presentaron o no presentaron complicaciones.

Tabla 25. Diferencias en las características basales de los pacientes en función del éxito total del procedimiento.

Características basales de los pacientes en función de la aparición de complicaciones			
Característica	Complicación (N=17)	No (N = 176)	p
Edad (años)	67.6 ±15.8	63.2 ±17.6	0.3171
Sexo femenino	35.3%	46.0%	0.396
Peso (kg)	73.4 ±10.8	73.3 ±16.5	0.9842
Altura (cm)	165.8 ±9.6	165.3 ±10.4	0.8467
Índice de masa corporal	26.6 ±2.8	26.6 ±4.6	0.9540
Hipertensión	64.7%	60.2%	0.718
Diabetes	29.4%	25.6%	0.730
Puntuación CHA <sub>2</sub> DS <sub>2</sub> VASc	3.1 ±1.9	3.0 ±2.0	0.8529
FE del ventrículo izquierdo/sistémico (%)	62.3 ±9.8	61.2 ±12.5	0.7336
Diámetro de aurícula izquierda (cm)	4.4 ±0.5	4.5 ±0.8	0.7691
Volumen de aurícula izquierda (ml/m <sup>2</sup> )	41.7±12.5	45.1 ±15.8	0.4996
Cardiopatía estructural	64.7%	67.1%	0.845
Enfermedad coronaria (obstruktiva o no)	17.7%	15.3%	0.802
Infarto	11.8%	12.5%	0.930
Valvulopatía significativa	29.4%	23.9%	0.611
Cardiopatía congénita	23.5%	18.8%	0.633
Otras cardiopatías	5.9%	17.1%	0.231
Insuficiencia cardíaca	23.5%	32.4%	0.453
Cirugía cardíaca	29.4%	34.7%	0.663
Fibrilación auricular previa	47.1%	54.6%	0.554
Ablación auricular previa (percutánea o quirúrgica)	58.8%	57.4%	0.909
Ictus o accidente isquémico transitorio	11.8%	15.9%	0.652
Vasculopatía	23.5%	19.3%	0.677
Enfermedad pulmonar obstructiva o asma	5.9%	6.8%	0.883
Apnea del sueño	0%	10.8%	0.154
Enfermedad renal crónica moderada o severa	35.3%	31.8%	0.769

## Diferencias en las características procedimentales en función de la aparición de complicaciones

La tabla 26 muestra las características procedimentales en función de la aparición de complicaciones (mayores o menores)

Tabla 26. Diferencias en las características procedimentales en función de la aparición de complicaciones (mayores o menores)

<b>Características procedimentales en función de la aparición de complicaciones</b>			
<b>Característica</b>	<b>Complicación (N=17)</b>	<b>No (N = 176)</b>	<b>p</b>
Anestesia general	76.5%	78.4%	0.853
Llegada en flúter	76.5%	64.8%	0.332
Llegada en ritmo sinusal	17.7%	31.3%	0.243
Llegada en fibrilación auricular	5.9%	4.0%	0.707
Empleo de navegador Carto	35.3%	40.3%	0.685
Empleo de navegador NavX	35.3%	33.5%	0.883
Empleo de navegador Rhythmia	29.4%	26.1%	0.770
Empleo de catéteres con sensor de fuerza de contacto	76.5%	74.4%	0.854
Tiempo de procedimiento (min)	274 [240 – 308]	267 [218 – 312]	0.9194
Tiempo de escopia (min)	80.1 [50.1 – 113.2]	68.8 [43.3 – 103.4]	0.3973
Producto dosis-área (PDA, mGy · cm <sup>2</sup> )	<b>86622 [46405 – 144641]</b>	<b>37246 [19321 – 68418]</b>	<b>0.0067</b>

Sólo se observaron diferencias estadísticamente significativas en la dosis de radiación recibida de acuerdo con el producto dosis-área (PDA), que fue mayor en los pacientes que presentaron alguna complicación (86622 mGy · cm<sup>2</sup> versus 37246 mGy · cm<sup>2</sup>, p=0.0067) en el análisis univariado. Probablemente se deba al empleo de mayor calidad de imagen utilizada en algunos casos de complicaciones (como para la realización de pericardiocentesis en los pacientes que presentaron derrame pericárdico).

## Diferencias en las características de los flúteres mapeados y las lesiones realizadas en función de la aparición de complicaciones

La tabla 27 muestra las características de los flúteres mapeados y las lesiones realizadas en función de la aparición de complicaciones (mayores o menores). No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los pacientes que presentaron alguna complicación y los que no la presentaron.

Tabla 27. Características de los flúteres mapeados y lesiones realizadas en función de la aparición de complicaciones.

Características de los flúteres mapeados y las lesiones realizadas en función de la aparición de complicaciones			
Característica	Complicación (N=17)	No (N = 176)	p
Mapeable inicial	88.2%	84.1%	0.652
Mapeable final	94.1%	95.5%	0.803
Flúter clínico derecho	23.5%	26.4%	0.795
Flúter clínico macrorreentrante	68.8%	58.9%	0.444
Flúter clínico en "figura de 8"	18.8%	15.5%	0.731
Flúter clínico tratado con ablación lineal	50.0%	59.3%	0.470
Terminación del flúter clínico	94.1%	93.2%	0.883
Inducción de otros flúteres	70.6%	56%	0.246
Número de flúteres mapeados	2.1 ±1.1	1.9 ±1.1	0.5010
Inducción de algún flúter macrorreentrante	70.6%	73.4%	0.802
Inducción de algún flúter microrreentrante	52.9%	53.2%	0.985
Inducción de alguna arritmia sostenida no mapeable	23.5%	20.1%	0.739
Realización de alguna ablación lineal	94.1%	85.2%	0.313
Realización de alguna ablación focal	52.9%	52.8%	0.994
Ablación de Istmo cavo-tricuspidé (procedimiento actual)	58.8%	39.2%	0.116
Aislamiento de venas pulmonares (procedimiento actual)	17.7%	30.1%	0.279
Ablación de Istmo mitral clásico (procedimiento actual)	5.9%	3.1%	0.602
Ablación con línea mitral anterior (procedimiento actual)	58.8%	44.9%	0.271
Ablación de techo (procedimiento actual)	23.5%	26.7%	0.777
Ablación de suelo (procedimiento actual)	5.9%	6.3%	0.952

## **Predictores de complicaciones**

En el análisis multivariado (realizado mediante regresión logística incluyendo la edad, el sexo, o la localización en aurícula izquierda del flúter clínico), no se encontraron predictores independientes de complicaciones.

## **Complicaciones según los distintos subgrupos**

Se observó la aparición de alguna complicación en el 9.8% de los pacientes con atriopatía primaria, 9.3% de los pacientes del grupo postablación, 3.5% de los pacientes del grupo postcirugía y 10.5% de los pacientes congénitos, sin diferencias estadísticamente significativas ( $p=0.737$ ).

## **Recurrencia tras ablación**

Durante una mediana de seguimiento de 32.3 [18.6 – 49.1] meses, se observaron 112 recurrencias en total (58%).

## **Recurrencia precoz (en fase de *blanking*)**

En los 3 primeros meses tras la ablación (considerada la fase de *blanking*) se observaron 53 recurrencias (27.5%). La figura 42 muestra la curva de Kaplan-Meyer de supervivencia estimada libre de recurrencias arrítmicas en la fase de *blanking*.

El 77.4% de las recurrencias en este período fueron en forma de flúter, el 18.9% en forma de fibrilación auricular y el 3.8% clínicas (reaparición de palpitaciones y/o síntomas relacionados con arritmia sin documentación ECG). En los pacientes con documentación electrocardiográfica el diagnóstico se obtuvo por ECG realizado en una visita a Urgencias y/o ingreso en el 49.0%, por ECG realizado como control en consulta en un 37.3%, por Holter ECG en el 7.8%, y en revisión de un dispositivo de estimulación en el 5.9%.

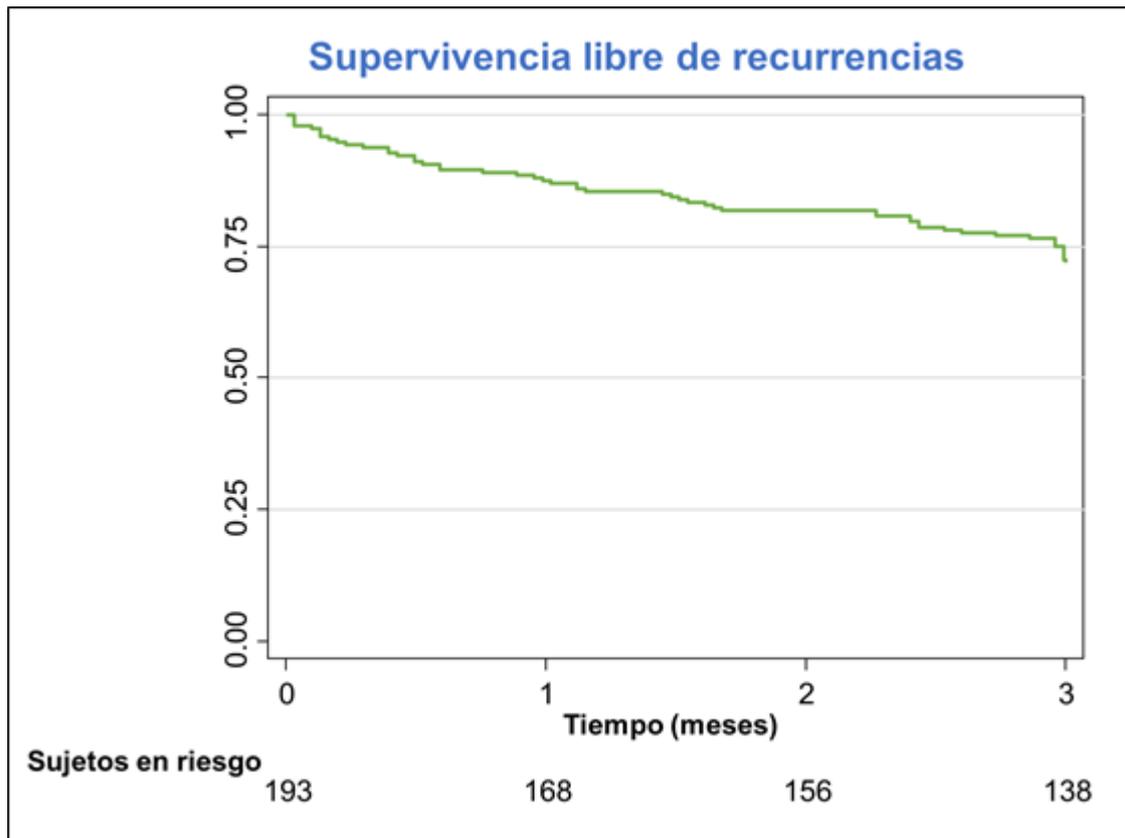


Figura 42. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de recurrencias para el conjunto de la muestra durante la fase de *blanking*.

Las recurrencias fueron sintomáticas en el 47.2% de los casos y persistentes en el 54.7%. En el manejo de las recurrencias persistentes se empleó la cardioversión eléctrica en el 17.2%, fármacos antiarrítmicos en el 10.3% y una nueva ablación en el 17.2%. En el manejo de las recurrencias paroxísticas se empleó la cardioversión en el 12.5%, fármacos antiarrítmicos en el 50% y una nueva ablación en el 25%.

### **Diferencias en las características basales de los pacientes en función de la aparición de recurrencias en fase de *blanking***

La tabla 28 muestra las características basales de los pacientes en función de la aparición de recurrencias en fase de *blanking*.

Tabla 28. Diferencias en las características basales de los pacientes en función de la aparición de recurrencias en fase de *blanking*.

Características basales de los pacientes en función de la recurrencia en fase de <i>blanking</i>			
Característica	Recurrencia (N=53)	No recurrencia (N = 140)	p
Edad (años)	63.8 ±18.9	63.9 ±16.7	0.9645
Edad >65 años	62.3%	59.9%	0.761
Edad >75 años	34.0%	30.7%	0.660
Octogenario	15.1%	14.6%	0.931
Sexo femenino	47.2%	45.3%	0.812
Peso (kg)	71.0 ±15.5	74.0 ±16.2	0.2470
Obesidad	18.9%	16.8%	0.734
Altura (cm)	162.9 ±11.2	166.1 ±9.9	0.0550
Índice de masa corporal	26.5 ±4.3	26.5 ±4.8	0.9033
Hipertensión	54.7%	63.5%	0.265
Diabetes	22.6%	27.7%	0.474
Puntuación CHA <sub>2</sub> DS <sub>2</sub> VASc	3.2 ±1.9	3.0 ±2.0	0.5372
FE del ventrículo izquierdo/sistémico (%)	63.7 ±12.0	60.5 ±12.2	0.1167
Diámetro de aurícula izquierda (cm)	4.5 ±0.8	4.5 ±0.8	0.8698
Volumen de aurícula izquierda (ml/m <sup>2</sup> )	46.8±12.9	43.9 ±16.4	0.3470
Cardiopatía estructural	62.3%	67.9%	0.462
Enfermedad coronaria (obstructiva o no)	13.2%	16.1%	0.624
Infarto	5.7%	14.6%	0.090
Valvulopatía significativa	20.8%	25.6%	0.489
Cardiopatía congénita	11.3%	21.2%	0.116
Otras cardiopatías	26.4%	12.4%	0.019
Insuficiencia cardíaca	35.9%	29.9%	0.431
Cirugía cardíaca	22.6%	37.2%	0.055
Fibrilación auricular previa	<b>66.4%</b>	<b>49.6%</b>	<b>0.042</b>
Ablación auricular previa (percutánea o quirúrgica)	54.7%	57.7%	0.713
Ictus o accidente isquémico transitorio	<b>24.5%</b>	<b>12.4%</b>	<b>0.040</b>
Vasculopatía	15.1%	21.2%	0.343
Enfermedad pulmonar obstructiva o asma	9.4%	5.8%	0.379
Apnea del sueño	9.4%	9.5%	0.991
Enfermedad renal crónica moderada o severa	41.5%	29.2%	0.105

Hubo una proporción mayor de antecedente de fibrilación auricular e ictus o accidente isquémico transitorio en los pacientes que recurrieron en fase de *blanking* que en los que no, de forma estadísticamente significativa.

## Diferencias en las características procedimentales en función de la aparición de recurrencias en fase de *blanking*

La tabla 29 muestra las características procedimentales en función de la aparición de recurrencias en fase de *blanking*.

Tabla 29. Diferencias en las características procedimentales en función de la aparición de recurrencias en fase de *blanking*. FC: fuerza de contacto.

Características procedimentales en función de la recurrencia en fase de <i>blanking</i>			
Característica	Recurrencia (N=53)	No recurrencia (N = 140)	p
Anestesia general	83.0%	76.6%	0.338
Llegada en flúter	56.6%	70.8%	0.062
Llegada en ritmo sinusal	34.0%	27.7%	0.399
Llegada en fibrilación auricular	<b>9.4%</b>	<b>1.5%</b>	<b>0.009</b>
Empleo de navegador Carto	34.0%	42.3%	0.291
Empleo de navegador NavX	26.4%	36.5%	0.187
Empleo de navegador Rhythmia	<b>39.6%</b>	<b>21.2%</b>	<b>0.010</b>
Empleo de catéteres con sensor de FC	66.0%	78.8%	0.067
Tiempo de procedimiento (min)	281 [228 – 325]	259 [212 – 311]	0.2865
Tiempo de escopia (min)	77 [55.1 – 115]	65.1 [42.4 – 98.6]	0.0598
Producto dosis-área (PDA, mGy · cm <sup>2</sup> )	38725 [20862 – 72641]	38135 [17492 – 73000]	0.6927

El empleo de navegador Rhythmia fue más frecuente en los pacientes que recurrieron en fase de *blanking*, de forma estadísticamente significativa (se empleó navegador Rhythmia en el 39.6% de los pacientes que recurrieron vs 21.2% en los que no, p=0.010).

## Diferencias en las características de los flúteres mapeados y las lesiones realizadas en función de la aparición de recurrencias en fase de *blanking*

La tabla 30 muestra las características de los flúteres mapeados y las lesiones realizadas en función de la aparición recurrencia en fase de *blanking*.

Tabla 30. Características de los flúteres mapeados y lesiones realizadas en función de la aparición de recurrencias en fase de *blanking*.

Características de los flúteres mapeados y las lesiones realizadas en función de la recurrencia en fase de <i>blanking</i>			
Característica	Recurrencia (N=53)	No recurrencia (N = 140)	p
Mapeable inicial	69.8%	89.8%	0.001
Mapeable final	88.7%	97.8%	0.008
Flúter clínico derecho	23.1%	25.7%	0.707
Flúter clínico macrorreentrante	63.8%	59.0%	0.557
Flúter clínico en “figura de 8”	12.8%	17.2%	0.479
Flúter clínico tratado con ablación lineal	66.0%	56.3%	0.233
Terminación del flúter clínico	86.8%	96.4%	0.015
Inducción de otros flúteres	67.9%	53.7%	0.075
Número de flúteres mapeados	1.9 ±1.2	1.8 ±1.0	0.6135
Inducción de algún flúter macrorreentrante	78.4%	71.3%	0.328
Inducción de algún flúter microrreentrante	51.0%	53.7%	0.742
Inducción de alguna arritmia sostenida no mapeable	30.8%	16.9%	0.036
Realización de alguna ablación lineal	94.3%	82.5%	0.036
Realización de alguna ablación focal	50.9%	53.3%	0.772
Ablación de Istmo cavo-tricuspidé (procedimiento actual o previos)	60.4%	61.3%	0.905
Aislamiento de venas pulmonares (procedimiento actual o previo)	56.6%	48.2%	0.297
Ablación de Istmo mitral clásico (procedimiento actual o previo)	5.7%	5.8%	0.962
Ablación con línea mitral anterior (procedimiento actual o previo)	56.6%	51.1%	0.495
Ablación de techo (procedimiento actual o previo)	24.5%	31.4%	0.352
Ablación de suelo (procedimiento actual o previo)	9.4%	7.3%	0.625

Los pacientes que recurrieron en fase de *blanking* mostraron una proporción mayor de no mapeabilidad inicial y final que aquellos que no la presentaron (mapeabilidad inicial 69.8% vs 89.8%,  $p=0.001$ , mapeabilidad final 88.7% vs 97.8%,  $p=0.008$ ), así como una menor tasa de terminación del flúter clínico (86.5% vs 96.3%,  $p=0.014$ ). Por otro lado, mostraron una mayor tasa de inducción de arritmias no mapeables (30.8% vs 16.9%,  $p=0.036$ ) y una mayor prevalencia de realización de ablación lineal a lo largo del procedimiento para la terminación del flúter clínico o flúteres inducidos (94.3% vs 82.5%,  $p=0.036$ ).

### Diferencias en resultados inmediatos en función de la aparición de recurrencias en fase de *blanking*

La tabla 31 muestra las diferencias en resultados inmediatos en función de la aparición de recurrencias en fase de *blanking*.

Tabla 31. Resultados inmediatos en función de la aparición de recurrencias en fase de *blanking*.

Resultados inmediatos en función de la recurrencia en fase de <i>blanking</i>			
Característica	Recurrencia (N=53)	No recurrencia (N = 140)	p
Éxito final del procedimiento	76.0%	94.9%	<0.001
Complicaciones	9.4%	8.8%	0.884

El éxito final del procedimiento (esto es, la ablación efectiva del flúter clínico y todos los flúteres inducidos hasta lograr ritmo sinusal sin necesidad de cardioversión) se asoció con la no recurrencia en fase de *blanking* de forma estadísticamente significativa (éxito del 94.9% en los que no recurrieron vs 76.0% en los que sí,  $p<0.001$ ).

### **Predictores de recurrencia en fase de *blanking***

En el análisis univariado de las características basales de los pacientes, características procedimentales, características de los flúteres mapeados y lesiones realizadas y resultados inmediatos de la ablación, las siguientes variables se asociaron a una mayor tasa de recurrencia en fase de *blanking* (valor de la p expresado en función del resultado del test de log-rank):

- El antecedente de fibrilación auricular previa (34.0% Vs 21.7%, p=0.0399).
- El antecedente de ictus o accidente isquémico transitorio (43.3% vs 25.0%, p=0.0199).
- La llegada al procedimiento en fibrilación auricular (en vez de flúter o ritmo sinusal) (72.4% vs 26.2%, p=0.029).
- El empleo de navegador Rhythmia (42.0% vs 22.9%, p=0.0027).
- La no mapeabilidad inicial (53.3% vs 23.1%, p=0.0011).
- La no mapeabilidad final (66.7% vs 25.7%, p=0.0055).
- La no terminación del flúter clínico (58.8% vs 25.8% vs, p=0.0025).
- La inducción de arritmias no mapeables (41.0% vs 24.2%, p=0.0317).
- La realización de lesiones lineales a lo largo del procedimiento (31.7% vs 11.1%, p=0.041).
- No conseguir el éxito final del procedimiento (la consecución de ritmo sinusal tras ablación del flúter clínico y arritmias inducidas sin necesidad de cardioversión) (63.2% vs 22.7%, p<0.001).

Las figuras 43 a 52 muestran las curvas de Kaplan-Meier de la supervivencia libre de recurrencia de arritmias auriculares en función de las mencionadas variables.

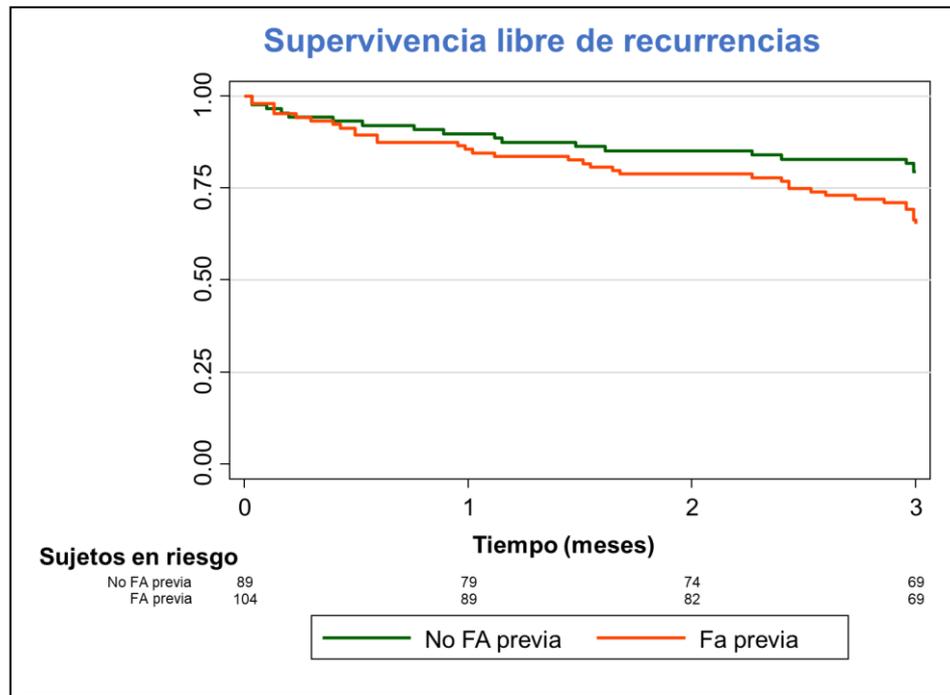


Figura 43. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de recurrencias en fase de *blinking* para los pacientes con antecedente de fibrilación auricular o sin él. FA: fibrilación auricular.

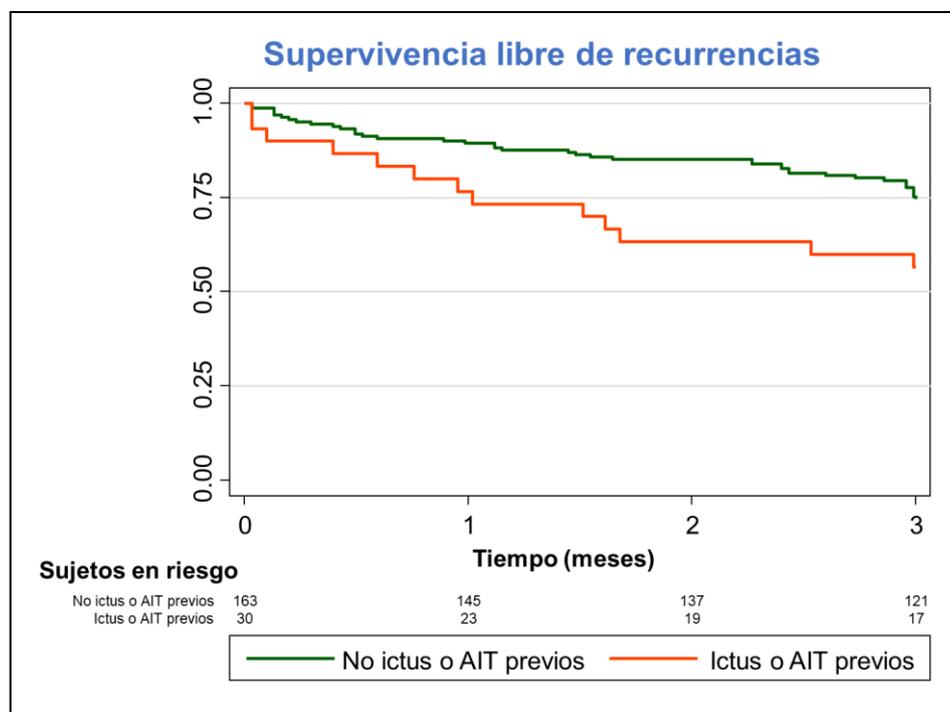


Figura 44. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de recurrencias en fase de *blinking* para los pacientes con antecedente de ictus o accidente isquémico transitorio o sin él. AIT: accidente isquémico transitorio.

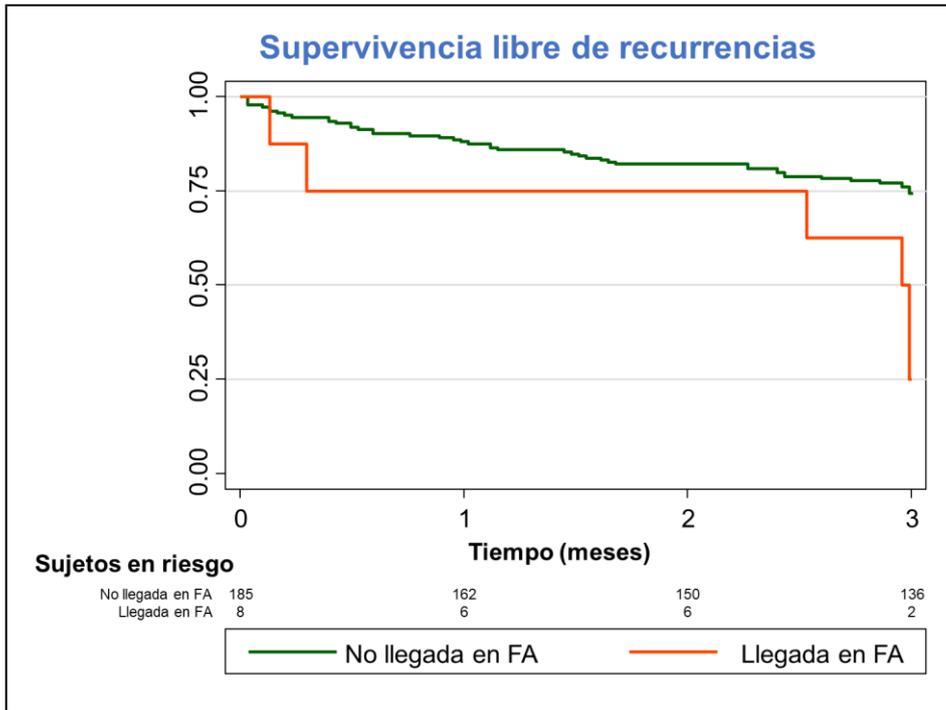


Figura 45. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de recurrencias en *blanking* en pacientes que llegaron al procedimiento en fibrilación auricular y los que no. FA: fibrilación auricular.

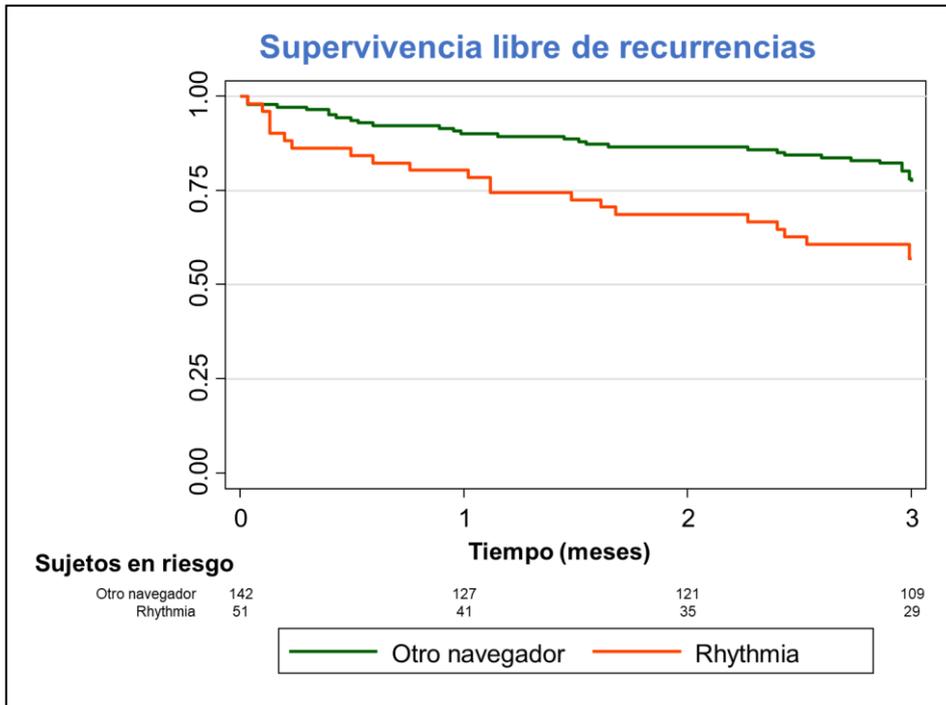


Figura 46. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de recurrencias en fase de *blanking* para los pacientes en los que se empleó Rhythmia o cualquier otro navegador.

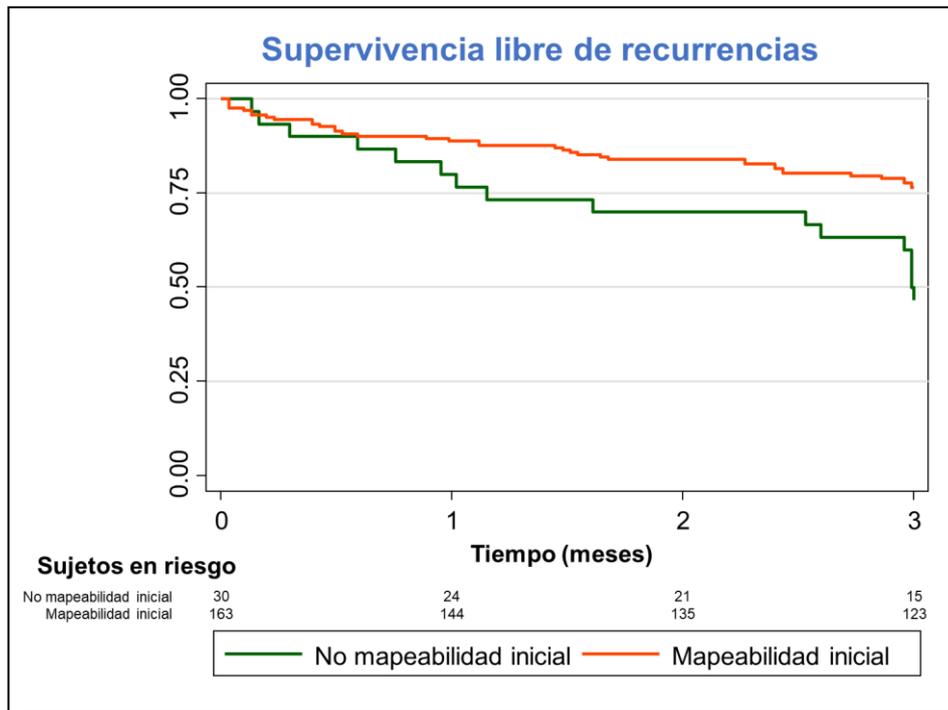


Figura 47. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de recurrencias en fase de *blanking* en función de la mapeabilidad inicial del flúter clínico.

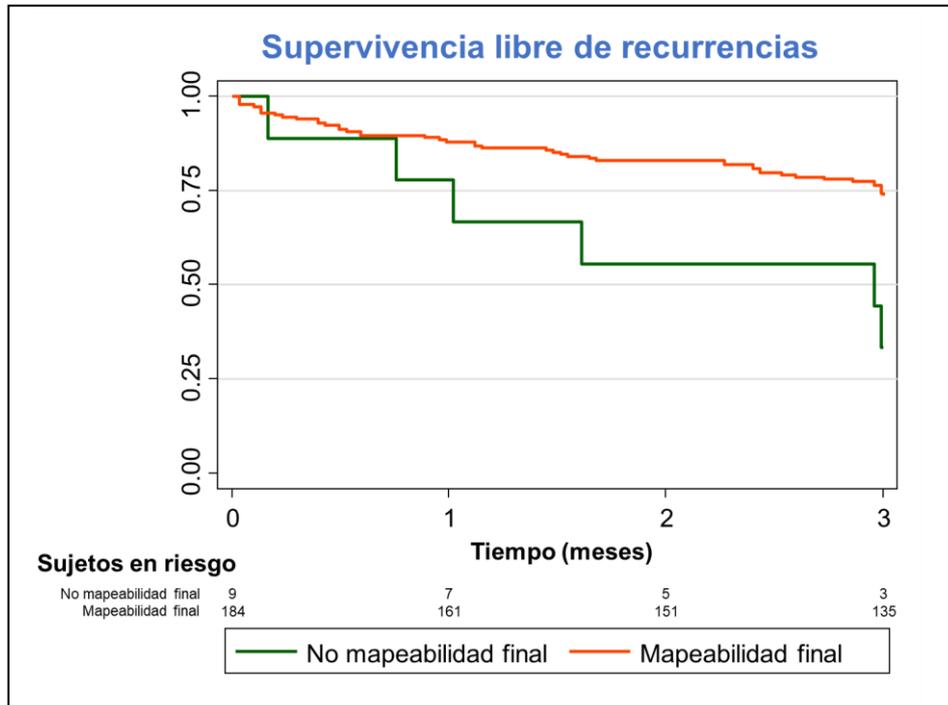


Figura 48. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de recurrencias en fase de *blanking* en función de la mapeabilidad final del flúter clínico.

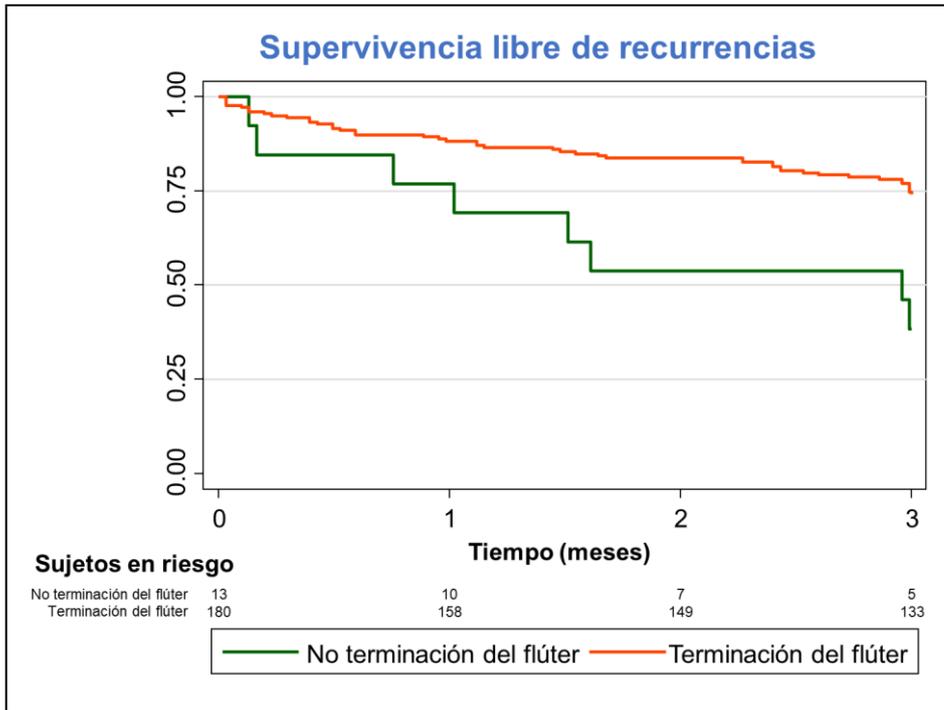


Figura 49. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de recurrencias en fase de *blanking* en funci3n de la terminaci3n del flúter clínic.

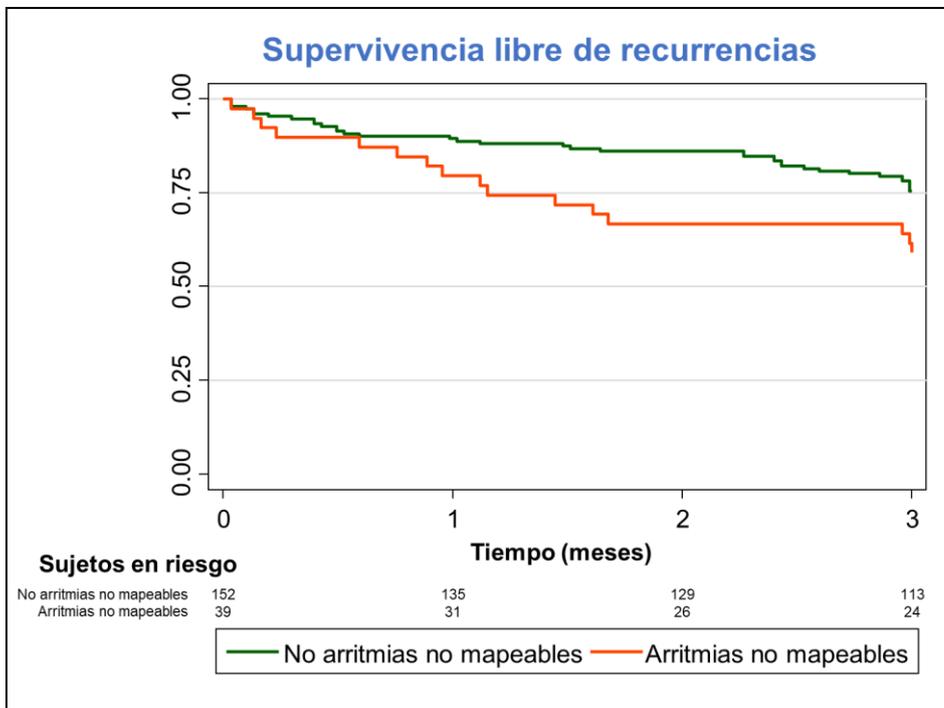


Figura 50. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de recurrencias en fase de *blanking* en funci3n de la inducibilidad de arritmias no mapeables.

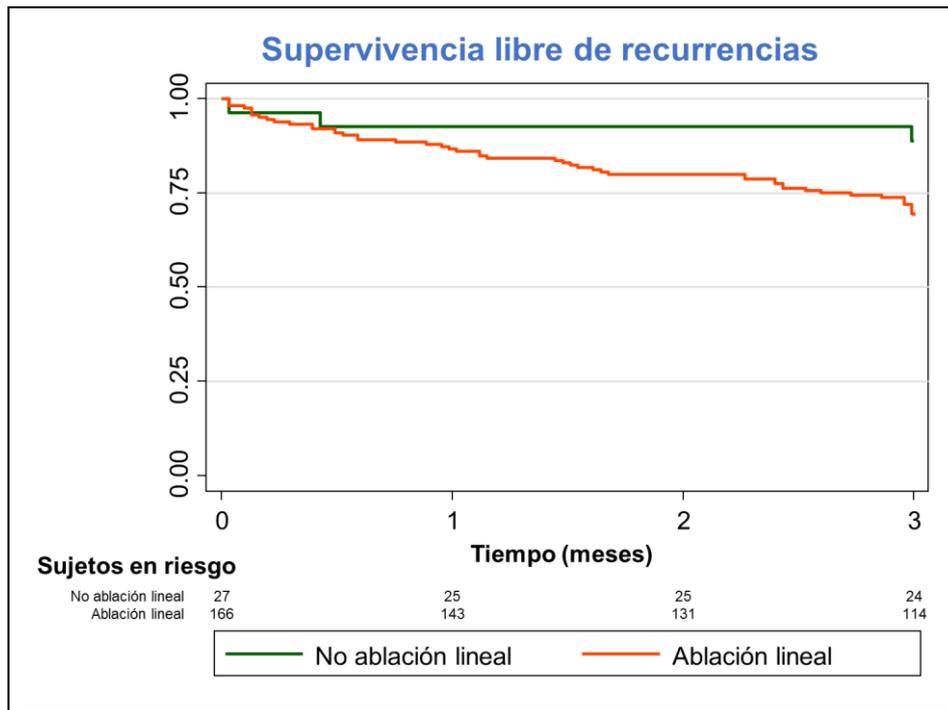


Figura 51. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de recurrencias en fase de *blanking* en función de la realización de líneas de ablación.

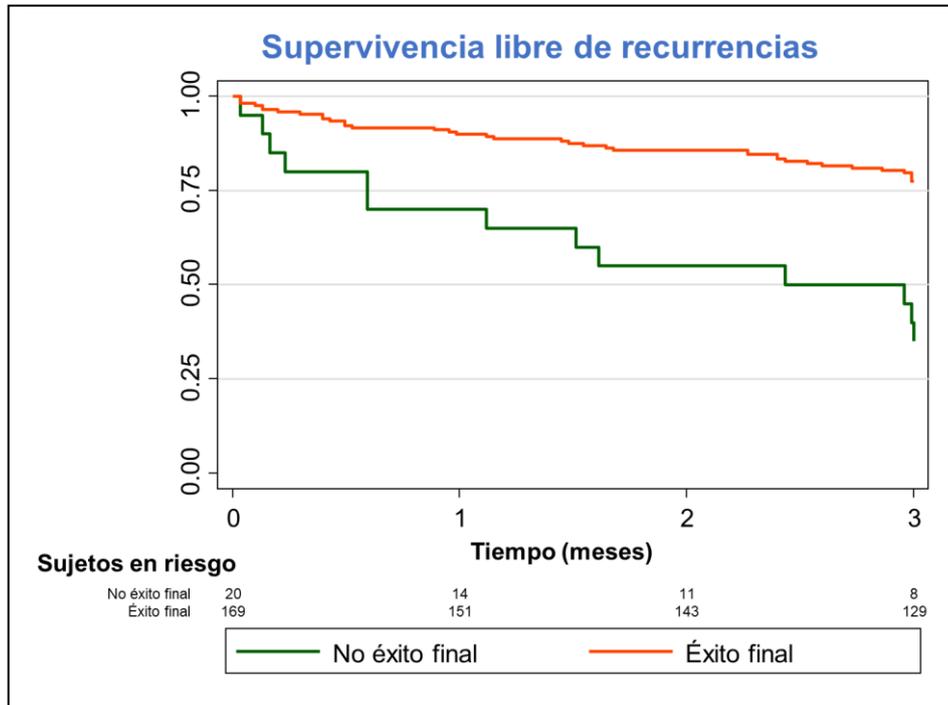


Figura 52. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de recurrencias en fase de *blanking* en función del éxito final del procedimiento.

En el análisis multivariado (realizado mediante modelo de riesgos proporcionales o regresión de Cox) se incluyeron: el antecedente de fibrilación auricular previa, el uso de catéteres con sensor de fuerza de contacto, la terminación del flúter clínico, la inducción de otros flúteres mapeables o no mapeables y el éxito final del procedimiento). Sólo la **inducción de otros flúteres mapeables distintos al clínico** (HR 2.31, IC95% 1.22 – 4.39,  $p=0.010$ ) y el **no éxito final del procedimiento** (HR 4.28, IC95% 2.21 – 8.30,  $p<0.001$ ) fueron predictores independientes de la recurrencia en fase de *blanking*.

### Recurrencia en fase de *blanking* de acuerdo con subgrupos

Si comparamos los distintos grupos de pacientes (pacientes con atriopatía primaria, postablación, postcirugía o congénitos) la supervivencia libre de recurrencias en fase de *blanking* fue similar en los distintos grupos, sin diferencias estadísticamente significativas (porcentajes de pacientes sin recurrencias: 66.7% vs 69.3% vs 82.1% vs 77.8%,  $p=0.3501$  para el test de log-rank, ver figura 53).

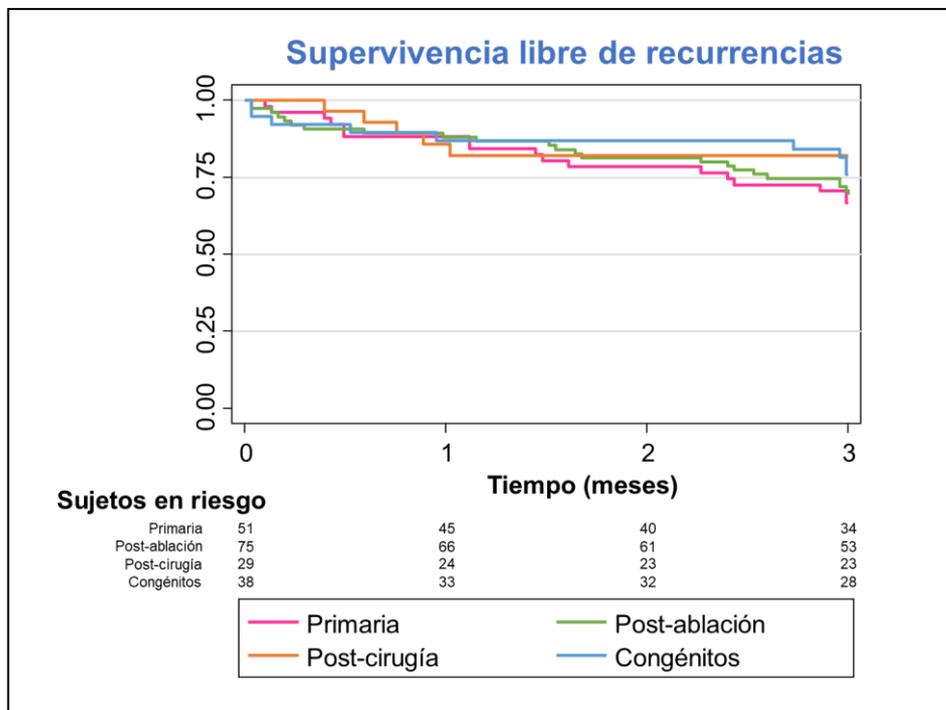


Figura 53. Curvas de Kaplan-Meier que muestran la supervivencia estimada libre de recurrencias en fase de *blanking* para los distintos subgrupos preespecificados de pacientes.

## Recurrencia en el primer año tras ablación

Excluyendo el período de *blanking* (3 primeros meses tras la ablación), se observaron 58 recurrencias (30.1%). La figura 54 muestra la curva de Kaplan-Meier de supervivencia estimada libre de recurrencias arrítmicas en el primer año.

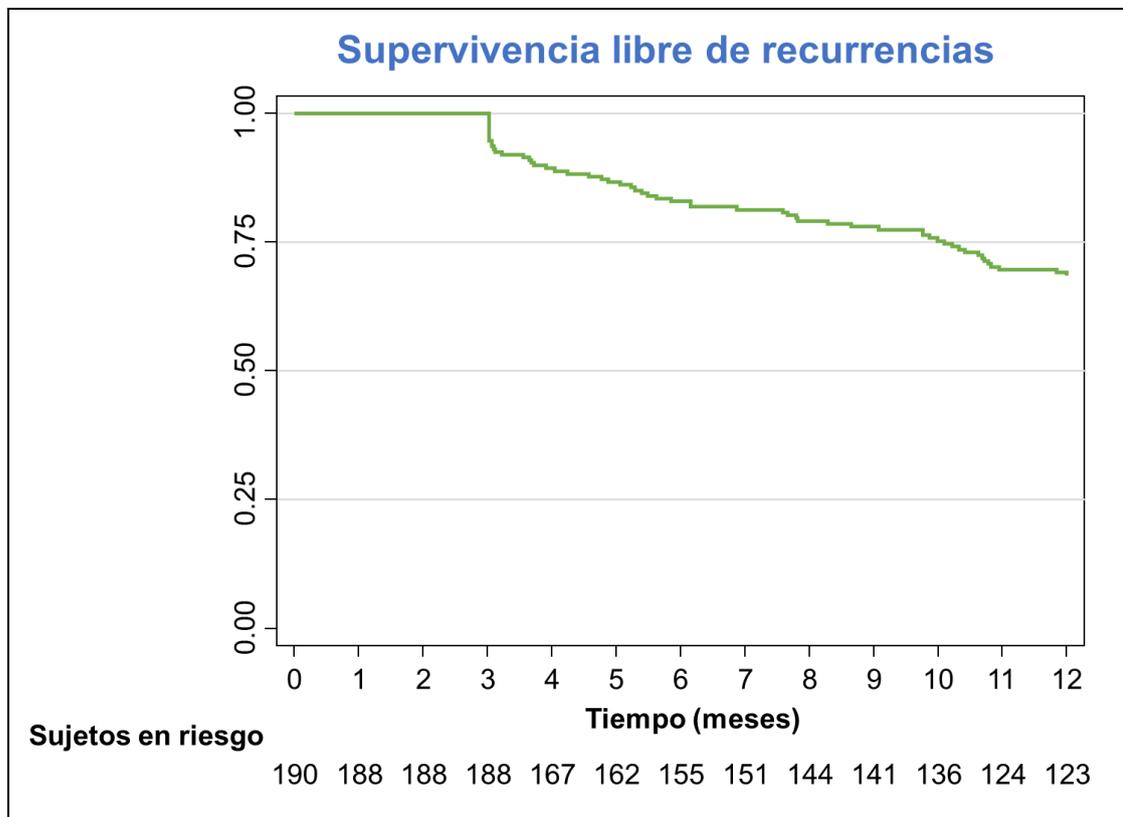


Figura 54. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de recurrencias para el conjunto de la muestra al año.

El 79.3% de las recurrencias en el primer año fuera de *blanking* fueron en forma de flúter, siendo el resto en forma de fibrilación auricular. El 69% fueron persistentes. Estas recurrencias se diagnosticaron por ECG de control en consulta en un 50%, por ECG precipitado por síntomas (generalmente con visita a Urgencias y/o ingreso) en 25.9%, por detección en revisión de un dispositivo de estimulación en el 15.5%, por detección en un Holter en un 3.4%, y por síntomas sin documentación ECG en un 5.2%.

## Diferencias en las características basales de los pacientes en función de la aparición de recurrencias al año

La tabla 32 muestra las características basales de los pacientes en función de la aparición de recurrencias al año (fuera de período de *blanking*).

Tabla 32. Diferencias en las características basales de los pacientes en función de la aparición de recurrencias en el primer año tras ablación (fuera de *blanking*).

Características basales de los pacientes en función de la recurrencia en el primer año (fuera de <i>blanking</i> )			
Característica	Recurrencia (N=38)	No recurrencia (N = 127)	p
Edad (años)	66.2 ±18.3	62.9 ±17.0	0.2322
Edad >65 años	69.0%	57.5%	0.137
Edad >75 años	39.7%	28.4%	0.126
Octogenario	<b>24.1%</b>	<b>10.2%</b>	<b>0.013</b>
Sexo femenino	48.3%	44.9%	0.667
Peso (kg)	71.8 ±13.6	73.0 ±15.7	0.6166
Obesidad	13.8%	18.1%	0.466
Altura (cm)	164.0 ±10.3	165.5 ±10.1	0.3751
Índice de masa corporal	26.5 ±3.4	26.4 ±4.7	0.9015
Hipertensión	55.2%	62.2%	0.365
Diabetes	32.8%	22.8%	0.153
Puntuación CHA <sub>2</sub> DS <sub>2</sub> VASc	3.2 ±1.9	3.0 ±2.0	0.4804
FE del ventrículo izquierdo/sistémico (%)	59.0 ±11.2	62.1 ±12.3	0.1237
Diámetro de aurícula izquierda (cm)	4.5 ±0.7	4.5 ±0.8	0.9268
Volumen de aurícula izquierda (ml/m <sup>2</sup> )	47.4±13.6	43.8 ±16.2	0.2246
Cardiopatía estructural	69.0%	64.6%	0.558
Enfermedad coronaria (obstructiva o no)	19.0%	13.4%	0.326
Infarto	10.3%	12.6%	0.660
Valvulopatía significativa	27.6%	23.6%	0.563
Cardiopatía congénita	13.8%	19.7%	0.331
Otras cardiopatías	19.0%	15.0%	0.493
Insuficiencia cardíaca	29.3%	33.9%	0.540
Cirugía cardíaca	29.3%	34.7%	0.474
Fibrilación auricular previa	63.8%	51.2%	0.110
Ablación auricular previa (percutánea o quirúrgica)	53.5%	59.1%	0.474
Ictus o accidente isquémico transitorio	10.3%	16.5%	0.269
Vasculopatía	24.1%	16.5%	0.221
Enfermedad pulmonar obstructiva o asma	1.7%	9.5%	0.057
Apnea del sueño	8.6%	10.2%	0.731
Enfermedad renal crónica moderada o severa	34.5%	30.7%	0.609

Hubo una proporción mayor de octogenarios en los pacientes que recurrieron en el primer año tras fase de *blanking* que en los que no, de forma estadísticamente significativa (24.1% vs 10.2%,  $p=0.013$ ).

### Diferencias en las características procedimentales en función de la aparición de recurrencias al año

La tabla 33 muestra las características procedimentales en función de la aparición de recurrencia en el primer año tras ablación (fuera de *blanking*). El empleo de navegador Rhythmia y catéter sin sensor de fuerza de contacto fue más frecuente en los pacientes que recurrieron en el primer año tras fase de *blanking*, de forma estadísticamente significativa (se empleó navegador Rhythmia en el 39.7% de los pacientes que recurrieron vs 21.3% en los que no,  $p=0.009$ ; se empleó catéter sin sensor de fuerza de contacto en el 36.2% de los pacientes que recurrieron vs 20.5% en los que no,  $p=0.023$ ).

Tabla 33. Diferencias en las características procedimentales en función de la aparición de recurrencias en el primer año tras ablación (fuera de *blanking*).

Características procedimentales en función de la recurrencia en el primer año (fuera de <i>blanking</i> )			
Característica	Recurrencia (N=38)	No recurrencia (N = 127)	p
Anestesia general	77.6%	78.8%	0.860
Llegada en flúter	67.2%	66.1%	0.883
Llegada en ritmo sinusal	27.6%	29.9%	0.746
Llegada en fibrilación auricular	5.2%	3.9%	0.702
Empleo de navegador Carto	34.5%	41.7%	0.349
Empleo de navegador NavX	25.9%	37.0%	0.136
Empleo de navegador Rhythmia	<b>39.7%</b>	<b>21.3%</b>	<b>0.009</b>
Empleo de catéteres con sensor de fuerza de contacto	<b>63.8%</b>	<b>79.5%</b>	<b>0.023</b>
Tiempo de procedimiento (min)	278 [229 – 310]	258 [207 – 311]	0.3853
Tiempo de escopia (min)	71.3 [51.5 – 104.4]	66.5 [42.2 – 99.3]	0.4475
Producto dosis-área (PDA, mGy · cm <sup>2</sup> )	40718 [23085 – 72689]	33087 [16573 – 72641]	0.3454

## Diferencias en las características de los flúteres mapeados y las lesiones realizadas en función de la aparición de recurrencias al año

La tabla 34 muestra las características de los flúteres mapeados y las lesiones realizadas en función de la aparición de recurrencia en el primer año tras ablación (fuera de *blanking*). No se observaron diferencias estadísticamente significativas en ninguna variable entre los pacientes que presentaron recurrencia y aquellos que no.

Tabla 34. Características de los flúteres mapeados y lesiones realizadas en función de la aparición de recurrencias en el primer año tras ablación (fuera de *blanking*).

Características de los flúteres mapeados y las lesiones realizadas en función de la recurrencia en el primer año (fuera de <i>blanking</i> )			
Característica	Recurrencia (N=38)	No recurrencia (N = 127)	p
Mapeable inicial	81.0%	85.0%	0.493
Mapeable final	93.1%	96.1%	0.385
Flúter clínico derecho	21.1%	26.0%	0.472
Flúter clínico macrorreentrante	59.3%	60.7%	0.861
Flúter clínico en "figura de 8"	13.0%	18.0%	0.403
Flúter clínico tratado con ablación lineal	58.9%	58.9%	0.994
Terminación del flúter clínico	93.1%	92.9%	0.963
Inducción de otros flúteres	61.4%	53.5%	0.321
Número de flúteres mapeados	2.0 ±1.3	1.8 ±1.0	0.1960
Inducción de algún flúter macrorreentrante	75.4%	71.2%	0.552
Inducción de algún flúter microrreentrante	61.4%	48.0%	0.093
Inducción de alguna arritmia sostenida no mapeable	29.3%	17.6%	0.072
Realización de alguna ablación lineal	86.2%	85.0%	0.835
Realización de alguna ablación focal	46.6%	54.3%	0.326
Ablación de Istmo cavo-tricuspídeo (procedimiento actual o previos)	55.2%	62.2%	0.365
Aislamiento de venas pulmonares (procedimiento actual o previo)	55.2%	49.6%	0.482
Ablación de Istmo mitral clásico (procedimiento actual o previo)	1.7%	7.9%	0.101
Ablación con línea mitral anterior (procedimiento actual o previo)	55.2%	52.8%	0.760
Ablación de techo (procedimiento actual o previo)	24.1%	32.3%	0.261
Ablación de suelo (procedimiento actual o previo)	6.9%	8.7%	0.683

### Diferencias en resultados inmediatos en función de la aparición de recurrencias al año

La tabla 35 muestra las diferencias en resultados inmediatos en función de la aparición recurrencia en el primer año tras ablación (fuera de *blanking*).

Tabla 35. Resultados inmediatos en función de la aparición de recurrencias en el primer año tras ablación (fuera de *blanking*).

Resultados inmediatos en función de la recurrencia en el primer año (fuera de <i>blanking</i> )			
Característica	Recurrencia (N=38)	No recurrencia (N = 127)	p
Éxito final del procedimiento	80.7%	92.7%	0.016
Complicaciones	13.8%	6.3%	0.093
Recurrencia en <i>blanking</i>	48.3%	17.5%	<0.001

El éxito final del procedimiento (esto es, la ablación efectiva del flúter clínico y todos los flúteres inducidos hasta lograr ritmo sinusal sin necesidad de cardioversión) y la no recurrencia en fase de *blanking* se asociaron con la no recurrencia en el primer años tras ablación (fuera de *blanking*) de forma estadísticamente significativa (éxito del 92.7% en los que no recurrieron vs 80.7% en los que sí,  $p=0.016$ ; recurrencias en *blanking* del 17.5% en los que no recurrieron al año vs 48.3% en los que sí,  $p<0.001$ ).

## Predictores de recurrencia en el primer año tras ablación

En el análisis univariado de las características basales de los pacientes, características procedimentales, características de los flúteres mapeados y lesiones realizadas y resultados inmediatos de la ablación, las siguientes variables se asociaron con una mayor tasa de recurrencia en el primer año tras ablación fuera de *blanking* (valor de la p expresado en función del resultado del test de log-rank):

- Edad mayor de 80 años (recurrencias 51.8% Vs 27.9%,  $p=0.0072$ ).
- Empleo del navegador Rhythmia (46.0% vs 25.9%,  $p=0.0025$ ).
- Empleo de catéteres sin sensor de fuerza de contacto (44.7% vs 26.8%,  $p=0.0086$ ).
- No conseguir el éxito final del procedimiento (55.0% vs 28.6%,  $p=0.0040$ ).
- Haber presentado recurrencias en fase de *blanking* (56.0% vs 22.4%,  $p<0.001$ ).

Las figuras 55 a 59 muestran las curvas de Kaplan-Meier de la supervivencia libre de recurrencia de arritmias auriculares en función de las mencionadas variables.

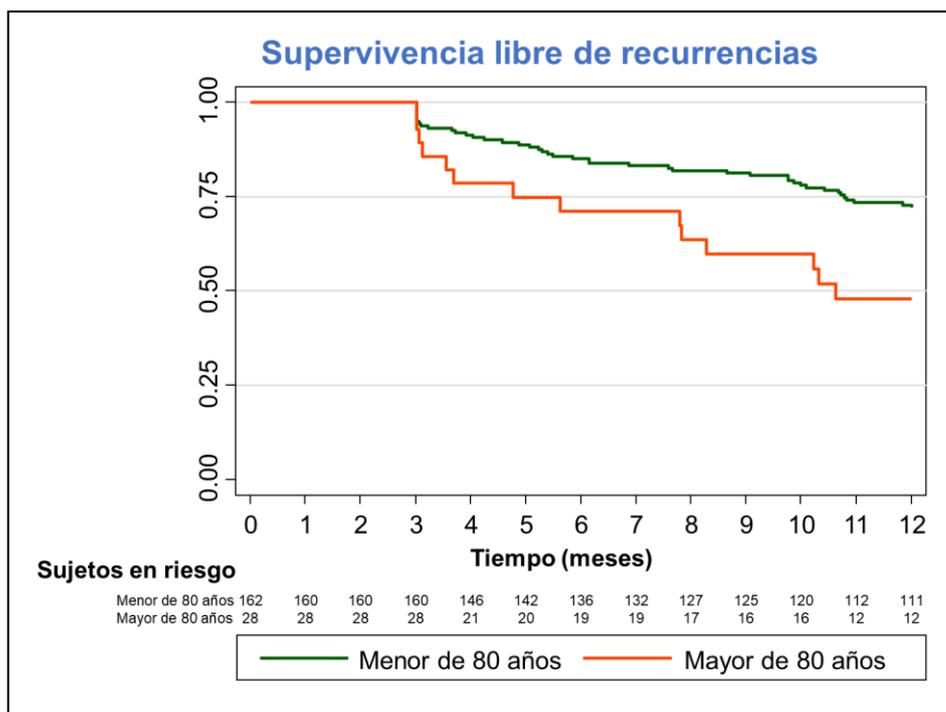


Figura 55. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de recurrencias al año fuera de *blanking* para los pacientes mayores y menores de 80 años.

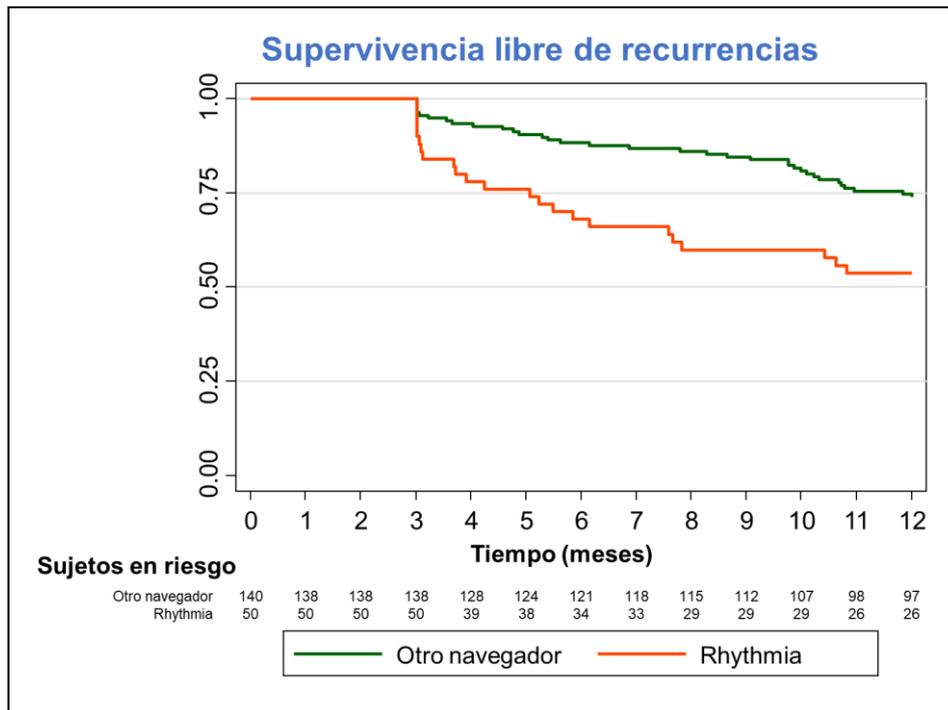


Figura 56. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de recurrencias al año fuera de *blinking* para los pacientes en los que se empleó el navegador Rhythmia o cualquier otro navegador.

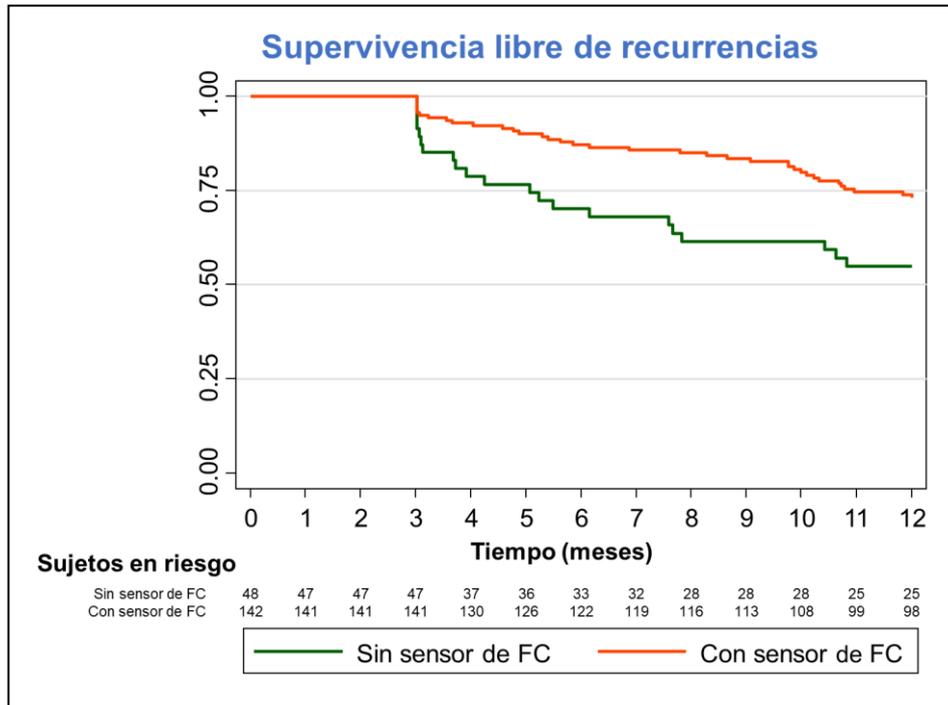


Figura 57. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de recurrencias al año fuera de *blinking* para los pacientes en los que se empleó catéteres con sensor de fuerza de contacto o sin él.

FC: fuerza de contacto.

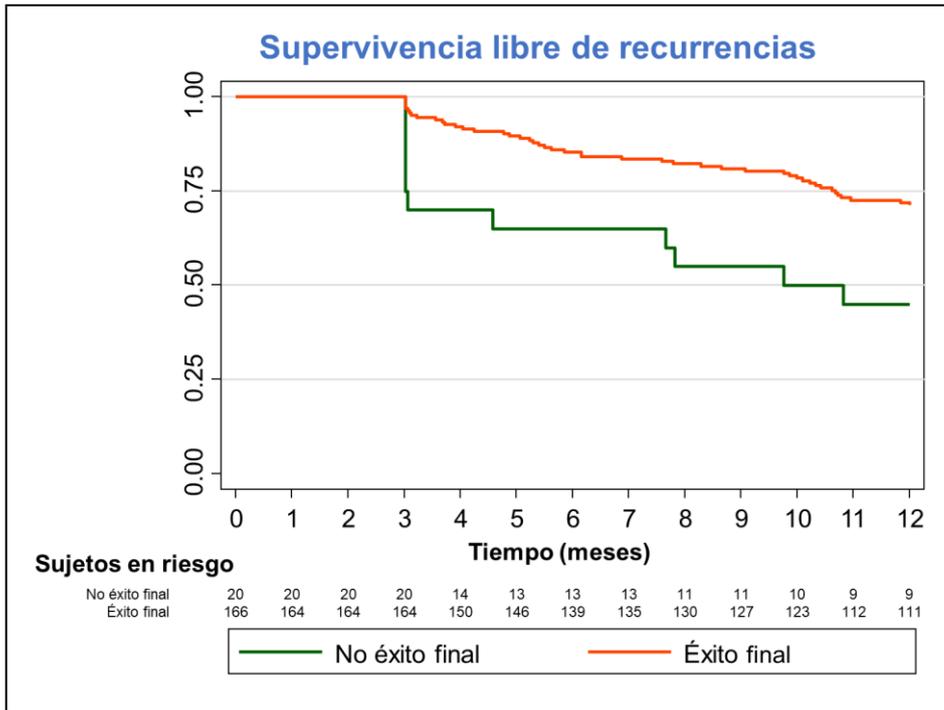


Figura 58. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de recurrencias al año fuera de *blinking* para los pacientes en los que se logró el éxito final del procedimiento y para los que no.

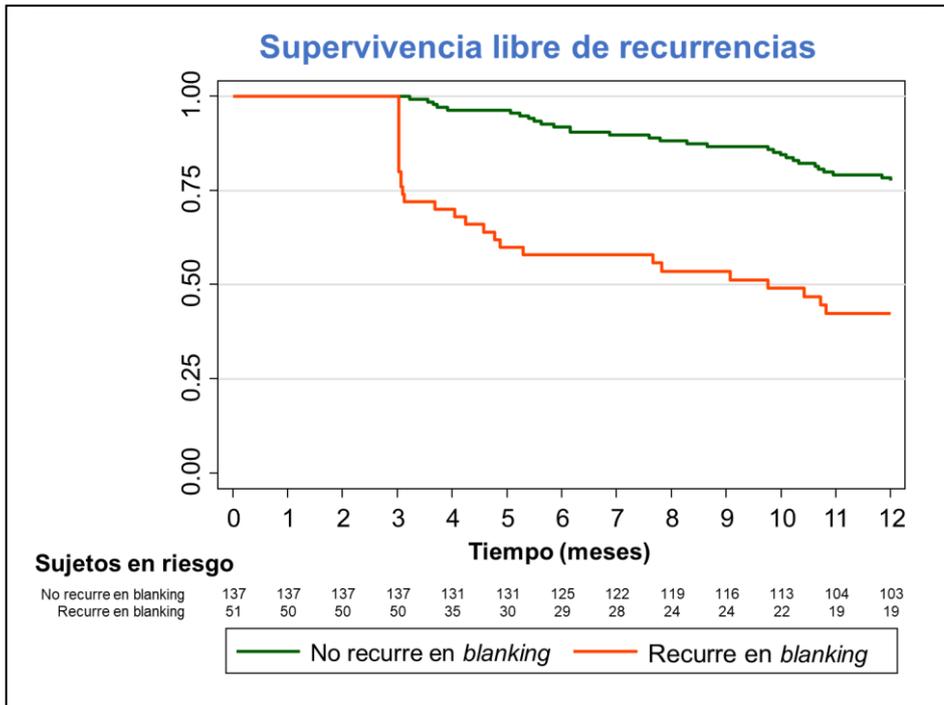


Figura 59. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de recurrencias al año fuera de *blinking* en los pacientes que recurrieron en período de *blinking* o que no lo hicieron.

En el análisis multivariado (realizado mediante modelo de riesgos proporcionales o regresión de Cox) se incluyeron: la edad mayor de 80 años, el uso de catéteres con sensor de fuerza de contacto, la inducción de otros flúteres no mapeables, el éxito final del procedimiento, la aparición de complicaciones y la recurrencia en fase de *blanking*. De estos, sólo la **edad mayor de 80 años** (HR 2.77, IC95% 1.05 – 7.23, p=0.038) y la **recurrencia en fase de *blanking*** (HR 4.89, IC95% 2.19 – 10.90, p<0.001) fueron predictores independientes de la recurrencia en el primer año tras ablación (fuera de *blanking*).

### Recurrencia en el primer año tras ablación de acuerdo con subgrupos

Si comparamos los distintos grupos de pacientes (pacientes con atriopatía primaria, postablación, postcirugía o congénitos) la supervivencia libre de recurrencias al año fue menor en los pacientes con atriopatía primaria en comparación con el resto, de manera estadísticamente significativa (58.0% vs 72.6% vs 71.4% vs 73.5%, p=0.0330 para el test de log-rank comparando atriopatía primaria vs el resto, ver figura 60).

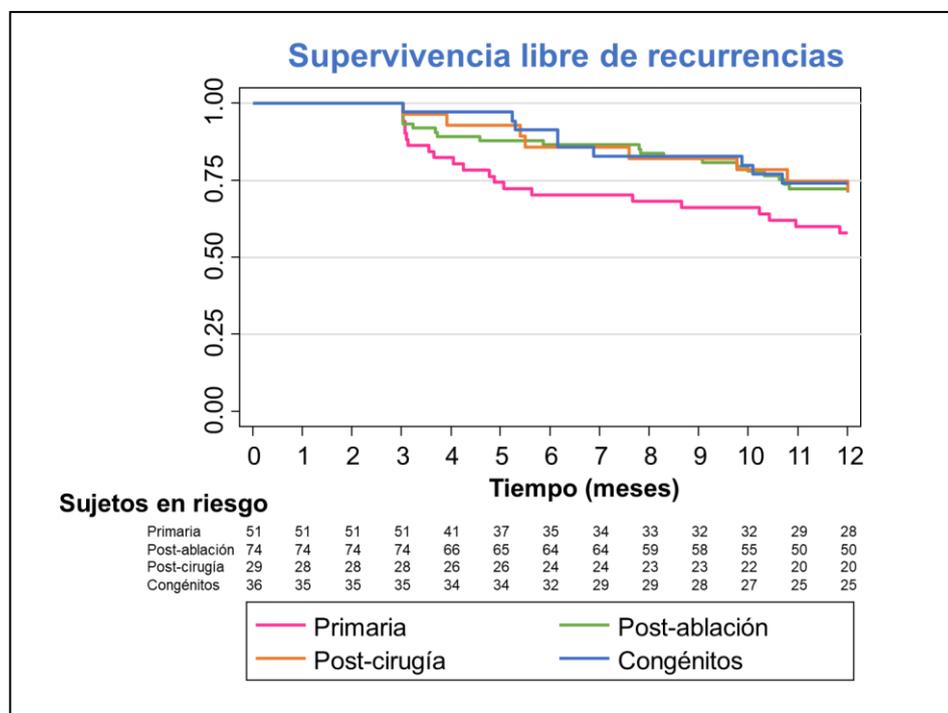


Figura 60. Curvas de Kaplan-Meier que muestran la supervivencia estimada libre de recurrencias al año fuera de *blanking* para los distintos subgrupos preespecificados de pacientes.

## Recurrencias a largo plazo

Excluyendo el período de *blanking* (3 primeros meses tras la ablación), se observaron 97 recurrencias (50.3%) a lo largo de un seguimiento mediano de 32.3 [18.6 – 49.1] meses. La figura 61 muestra la curva de Kaplan-Meier de supervivencia estimada libre de recurrencias arrítmicas en un período de 5 años de seguimiento.

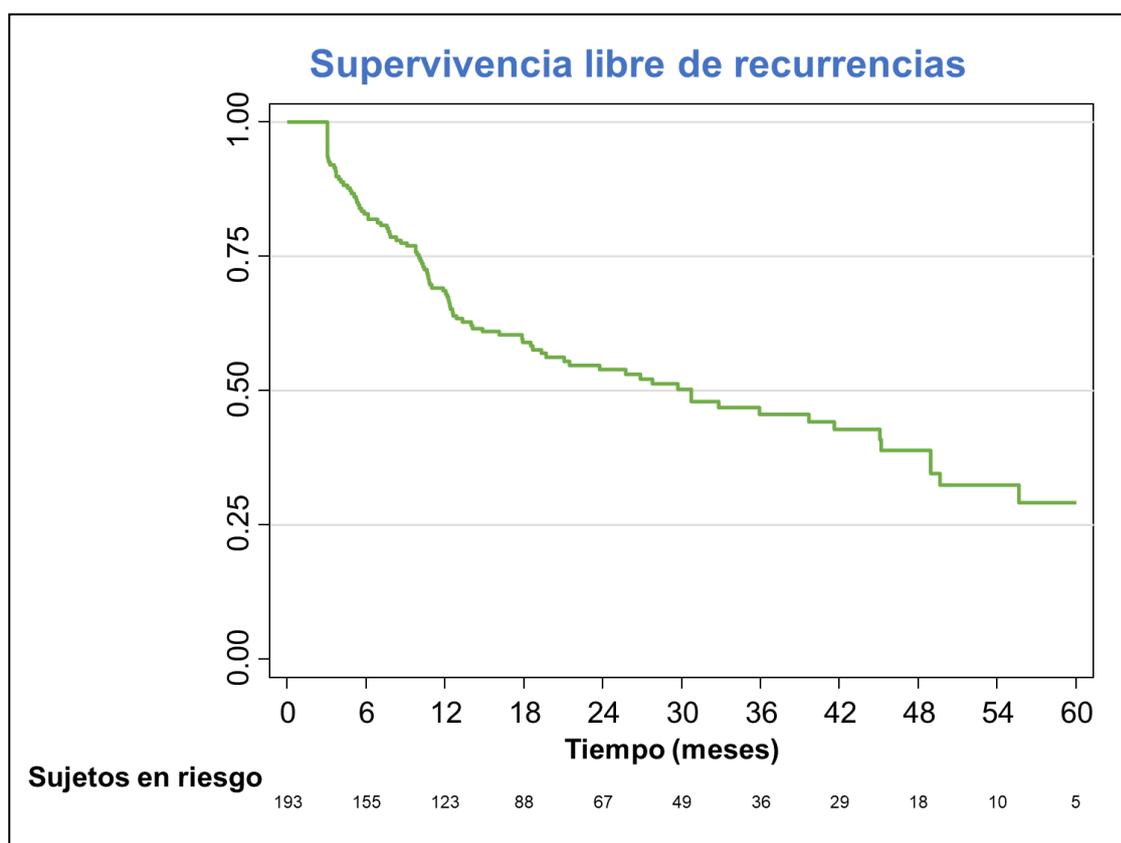


Figura 61. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de recurrencias para el conjunto de la muestra a los 5 años de seguimiento.

El 73.2% de las recurrencias fuera de *blanking* fueron en forma de flúter, siendo el resto en forma de fibrilación auricular. El 68% fueron persistentes. Estas recurrencias se diagnosticaron por ECG de control en consulta en un 45.4%, por ECG precipitado por síntomas (generalmente con visita a Urgencias y/o ingreso) en 25.8%, por detección en revisión de un dispositivo de estimulación en el 15.5%, por detección en un Holter en un 6.2% y por síntomas sin documentación ECG en un 6.2%.

## Diferencias en las características basales de los pacientes en función de las recurrencias a largo plazo

La tabla 36 muestra las características basales de los pacientes en función de la aparición de recurrencias a largo plazo (fuera de período de *blanking*).

Tabla 36. Diferencias en las características basales de los pacientes en función de la aparición de recurrencias a largo plazo (fuera de *blanking*).

Características basales de los pacientes en función de las recurrencias a largo plazo (fuera de <i>blanking</i> )			
Característica	Recurrencia (N=97)	No recurrencia (N = 91*)	p
Edad (años)	65.5 ±18.3	62.3 ±16.3	0.2034
Edad >65 años	67.0%	55.0%	0.090
Edad >75 años	35.1%	28.6%	0.341
Octogenario	18.6%	11%	0.145
Sexo femenino	44.3%	48.4%	0.580
Peso (kg)	71.8 ±16.9	74.4 ±16.9	0.2683
Obesidad	14.4%	20.9%	0.246
Altura (cm)	164.3 ±10.7	166.0 ±9.9	0.2612
Índice de masa corporal	26.3 ±4.4	26.8 ±4.6	0.4178
Hipertensión	61.9%	59.3%	0.724
Diabetes	27.8%	24.2%	0.568
Puntuación CHA <sub>2</sub> DS <sub>2</sub> VASc	3.3 ±1.9	2.8 ±2.1	0.0897
FE del ventrículo izquierdo/sistémico (%)	59.9 ±12.5	62.9 ±11.5	0.1082
Diámetro de aurícula izquierda (cm)	4.5 ±0.8	4.4 ±0.8	0.4280
Volumen de aurícula izquierda (ml/m <sup>2</sup> )	46.5±16.1	42.8 ±14.8	0.1884
Cardiopatía estructural	69.1%	63.7%	0.439
Enfermedad coronaria (obstructiva o no)	18.6%	12.1%	0.220
Infarto	12.4%	12.1%	0.953
Valvulopatía significativa	26.8%	22.0%	0.442
Cardiopatía congénita	14.4%	22.0%	0.179
Otras cardiopatías	20.6%	12.1%	0.115
Insuficiencia cardíaca	37.1%	26.4%	0.114
Cirugía cardíaca	32.0%	34.1%	0.759
Fibrilación auricular previa	<b>63.9%</b>	<b>45.1%</b>	<b>0.009</b>
Ablación auricular previa (percutánea o quirúrgica)	60.8%	53.9%	0.333
Ictus o accidente isquémico transitorio	16.5%	14.3%	0.675
Vasculopatía	24.7%	14.3%	0.072
Enfermedad pulmonar obstructiva o asma	5.2%	8.8%	0.326
Apnea del sueño	9.3%	9.9%	0.887
Enfermedad renal crónica moderada o severa	35.1%	29.7%	0.431

\*: Se perdió el seguimiento de 5 pacientes durante la fase de *blanking*, por lo que no se han considerado en este análisis.

Hubo una proporción mayor de pacientes con fibrilación auricular previa en los que recurrieron a largo plazo tras fase de *blanking* que en los que no, de forma estadísticamente significativa (63.9% vs 45.1%, p=0.009).

### Diferencias en las características procedimentales en función de las recurrencias a largo plazo

La tabla 37 muestra las características procedimentales en función de la aparición de recurrencias a largo plazo (fuera de *blanking*). En los pacientes con recurrencias, fue más frecuente el uso del navegador Rhythmia y de catéteres sin sensor de fuerza de contacto. El uso de navegadores NavX (Ensite) fue más frecuente en pacientes sin recurrencias.

Tabla 37. Diferencias en las características procedimentales en función de la aparición de recurrencias a largo plazo (fuera de *blanking*).

Características procedimentales en función de las recurrencias a largo plazo (fuera de <i>blanking</i> )			
Característica	Recurrencia (N=97)	No recurrencia (N = 91*)	p
Anestesia general	80.4%	75.8%	0.446
Llegada en flúter	66.0%	67.0%	0.878
Llegada en ritmo sinusal	27.8%	30.8%	0.659
Llegada en fibrilación auricular	6.2%	2.2%	0.176
Empleo de navegador Carto	37.1%	41.8%	0.515
Empleo de navegador NavX	<b>23.7%</b>	<b>45.1%</b>	<b>0.002</b>
Empleo de navegador Rhythmia	<b>39.2%</b>	<b>13.2%</b>	<b>&lt;0.001</b>
Empleo de catéteres con sensor de fuerza de contacto	<b>65.0%</b>	<b>85.7%</b>	<b>0.001</b>
Tiempo de procedimiento (min)	269 [225 – 311]	258 [216 – 310]	0.6295
Tiempo de escopia (min)	72.5 [50.5 – 108]	65.7 [36.2 – 98.4]	0.1410
Producto dosis-área (PDA, mGy · cm <sup>2</sup> )	38725 [23085 – 79553]	37986 [16244 – 69824]	0.4181

\*: Se perdió el seguimiento de 5 pacientes durante la fase de *blanking*, por lo que no se han considerado en este análisis.

## Diferencias en las características de los flúteres mapeados y las lesiones realizadas en función de la aparición de recurrencias a largo plazo

La tabla 38 muestra las características de los flúteres mapeados y las lesiones realizadas en función de la aparición recurrencia a largo plazo (fuera de *blanking*). No se observaron diferencias significativas en ninguna variable entre los pacientes que presentaron recurrencia a largo plazo (fuera de *blanking*) y aquellos que no.

Tabla 38. Características de los flúteres mapeados y lesiones realizadas en función de la aparición de recurrencias a largo plazo (fuera de *blanking*).

Características de los flúteres mapeados y las lesiones realizadas en función de la recurrencia a largo plazo (fuera de <i>blanking</i> )			
Característica	Recurrencia (N=97)	No recurrencia (N = 91*)	p
Mapeable inicial	82.5%	85.7%	0.544
Mapeable final	93.8%	96.7%	0.354
Flúter clínico derecho	22.9%	26.4%	0.583
Flúter clínico macrorreentrante	59.3%	61.4%	0.782
Flúter clínico en “figura de 8”	14.3%	18.2%	0.479
Flúter clínico tratado con ablación lineal	60.2%	57.8%	0.738
Terminación del flúter clínico	89.7%	96.7%	0.058
Inducción de otros flúteres	58.3%	55.0%	0.640
Número de flúteres mapeados	1.9 ±1.2	1.8 ±1.0	0.6135
Inducción de algún flúter macrorreentrante	74.4%	71.2%	0.661
Inducción de algún flúter microrreentrante	56.8%	47.8%	0.217
Inducción de alguna arritmia sostenida no mapeable	26.0%	15.6%	0.079
Realización de alguna ablación lineal	84.5%	86.8%	0.656
Realización de alguna ablación focal	48.5%	54.9%	0.373
Ablación de Istmo cavo-tricuspídeo (procedimiento actual o previos)	59.8%	61.5%	0.807
Aislamiento de venas pulmonares (procedimiento actual o previo)	52.6%	49.5%	0.668
Ablación de Istmo mitral clásico (procedimiento actual o previo)	4.1%	7.7%	0.297
Ablación con línea mitral anterior (procedimiento actual o previo)	56.7%	49.5%	0.319
Ablación de techo (procedimiento actual o previo)	24.7%	35.2%	0.118
Ablación de suelo (procedimiento actual o previo)	9.3%	6.6%	0.497

\*: Se perdió el seguimiento de 5 pacientes durante la fase de *blanking*, por lo que no se han considerado en este análisis.

## Diferencias en resultados inmediatos en función de la aparición de recurrencias a largo plazo

La tabla 39 muestra las diferencias en resultados inmediatos en función de la aparición recurrencia a largo plazo (fuera de *blanking*).

Tabla 39. Resultados inmediatos en función de la aparición de recurrencias a largo plazo (fuera de *blanking*).

Resultados inmediatos en función de la recurrencia a largo plazo (fuera de <i>blanking</i> )			
Característica	Recurrencia (N=97)	No recurrencia (N = 91*)	p
Éxito final del procedimiento	82.1%	96.6%	0.002
Complicaciones	10.3%	6.6%	0.362
Recurrencia en <i>blanking</i>	38.5%	14.3%	<0.001

\*: Se perdió el seguimiento de 5 pacientes durante la fase de *blanking*, por lo que no se han considerado en este análisis.

El éxito final del procedimiento (esto es, la ablación efectiva del flúter clínico y todos los flúteres inducidos hasta lograr ritmo sinusal sin necesidad de cardioversión) y la no recurrencia en fase de *blanking* se asociaron con la no recurrencia a largo plazo (fuera de *blanking*) de forma estadísticamente significativa (éxito del 96.6% en los que no recurrieron vs 82.1% en los que sí,  $p=0.002$ ; recurrencias en *blanking* del 14.3% en los que no recurrieron vs 38.5% en los que sí,  $p<0.001$ ).

## Predictores de recurrencia a largo plazo

En el análisis univariado de las características basales de los pacientes, características procedimentales, características de los flúteres mapeados y lesiones realizadas y resultados inmediatos de la ablación, las siguientes variables se asociaron con una mayor tasa de recurrencia en el primer año tras ablación fuera de *blanking* (valor de la p expresado en función del resultado del test de log-rank):

- Antecedente de fibrilación auricular previa (60.2% Vs 41.2%,  $p=0.0018$ ).
- Empleo del navegador Rhythmia (76.0% vs 42.7%,  $p=0.0001$ ). En el análisis de supervivencia, el empleo de navegadores NavX (Ensite) no se asoció significativamente con las recurrencias a largo plazo ( $p=0.0508$ ).
- Empleo de catéteres sin sensor de fuerza de contacto (72.3% vs 44.7%,  $p=0.0027$ ).
- No conseguir el éxito final del procedimiento (85.0% vs 47.6%,  $p=0.0008$ ).
- Haber presentado recurrencias en fase de *blanking* (74.0% vs 43.1%,  $p<0.001$ ).

Las figuras 62 a 66 muestran las curvas de Kaplan-Meier de la supervivencia libre de recurrencia de arritmias auriculares en función de las mencionadas variables.

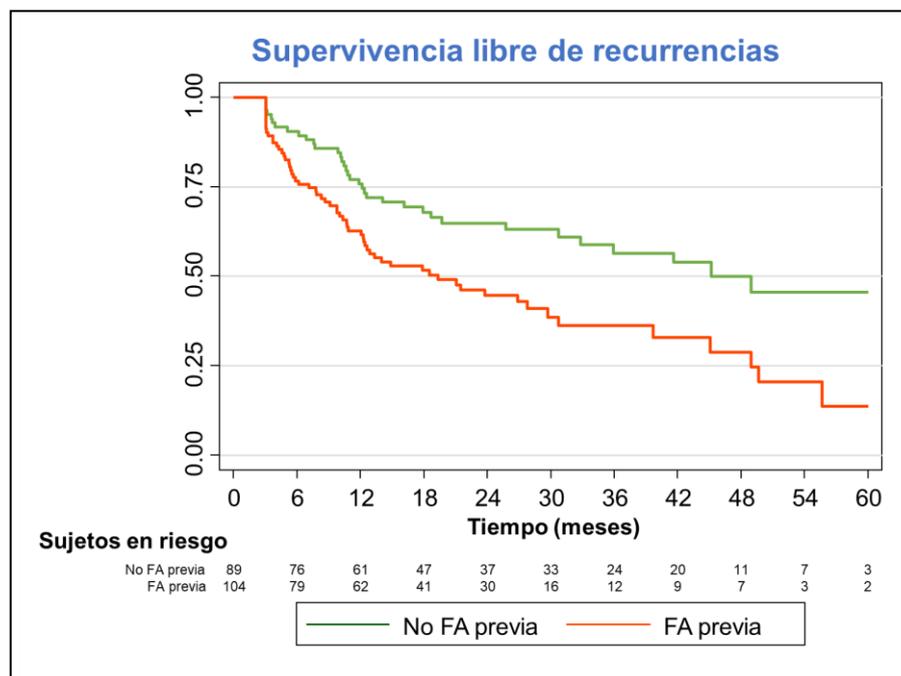


Figura 62. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de recurrencias a largo plazo fuera de *blanking* en función del antecedente de fibrilación auricular. FA: fibrilación auricular.

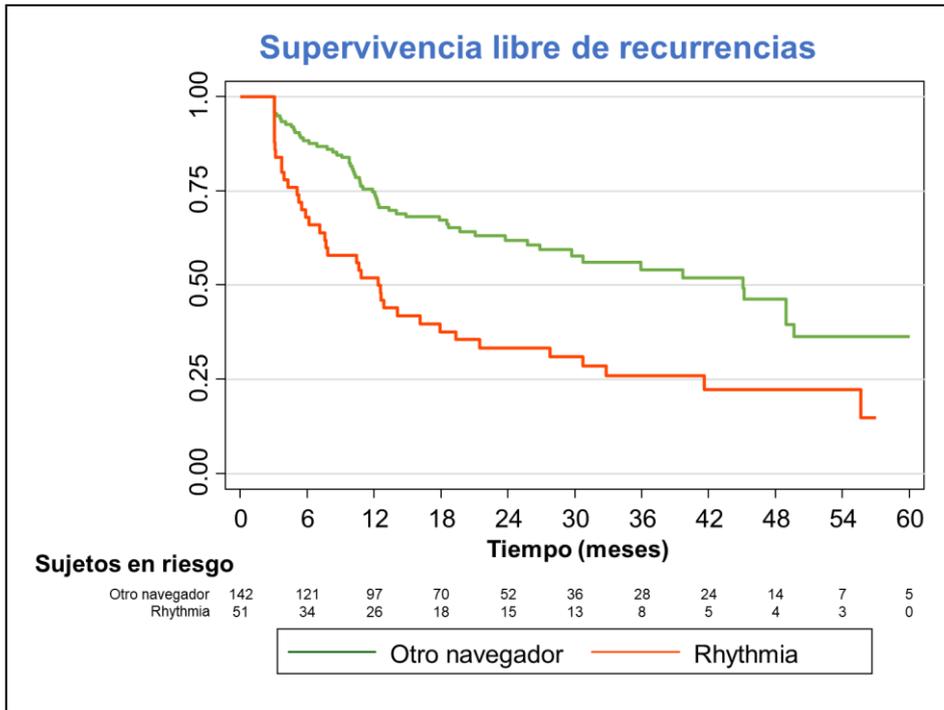


Figura 63. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de recurrencias a largo plazo fuera de *blanking* para los pacientes en los que se empleó el navegador Rhythmia u otro.

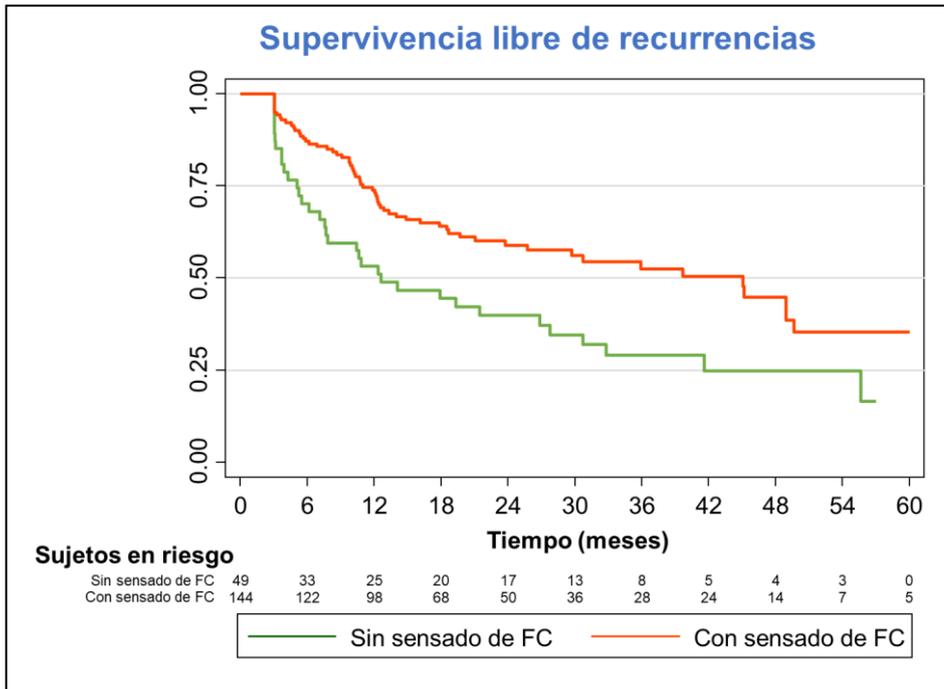


Figura 64. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de recurrencias a largo plazo fuera de *blanking* para los pacientes en los que se empleó catéteres con tecnología de sentido de fuerza de contacto o no. FC: fuerza de contacto.

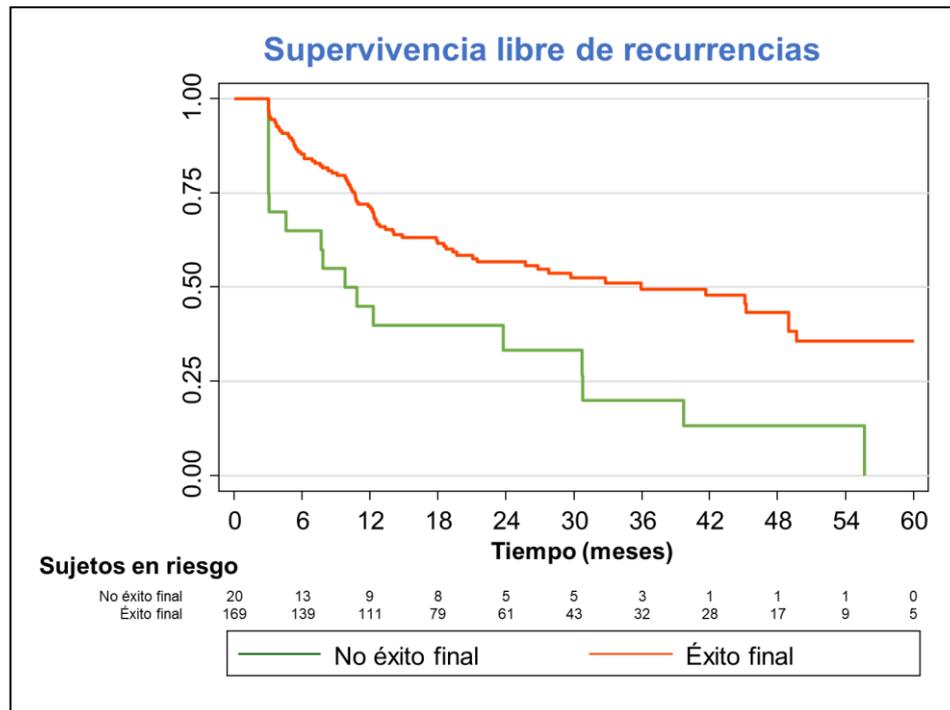


Figura 65. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de recurrencias a largo plazo fuera de *blanking* para los pacientes en los que se logró el éxito final del procedimiento y para los que no.

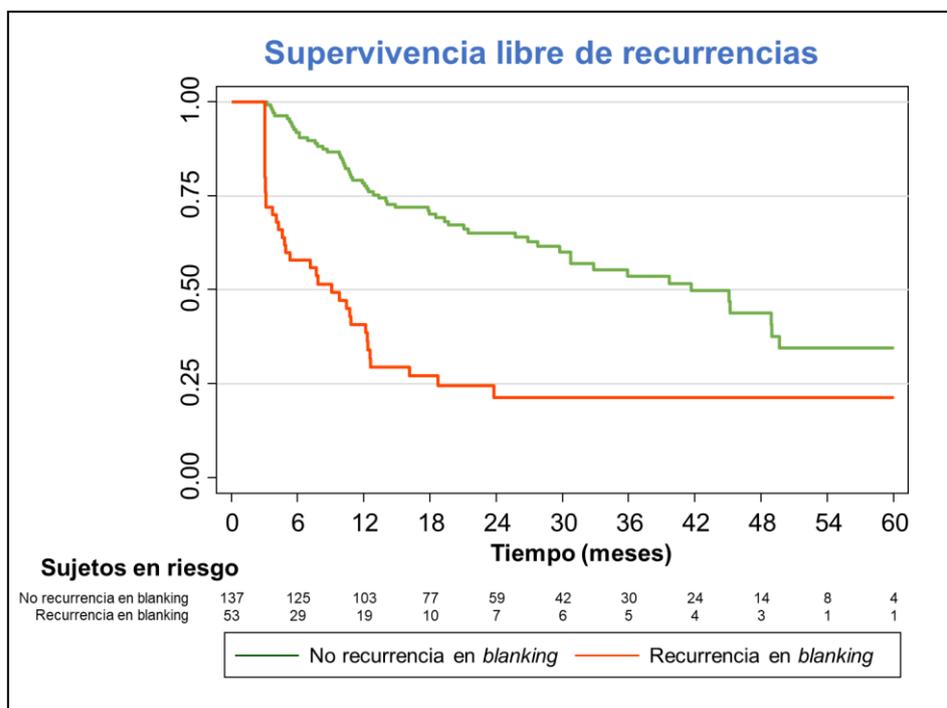


Figura 66. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de recurrencias a largo plazo fuera de *blanking* en los pacientes que recurrieron en período de *blanking* o que no lo hicieron.

En el análisis multivariado (modelo de riesgos proporcionales de Cox) se incluyeron: la edad mayor de 65 años, la puntuación en el score CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>VASc, el antecedente de fibrilación auricular, la presencia de vasculopatía, el uso de catéteres con sensor de fuerza de contacto, la terminación efectiva de flúter clínico, la inducción de otros flúteres mapeables y de otras arritmias no mapeables, el éxito final del procedimiento y la recurrencia en fase de *blanking*. En el modelo obtenido, las siguientes variables se asociaron de forma independiente con la recurrencia a largo plazo:

- El **antecedente de fibrilación auricular previa** (HR 1.97, IC95% 1.27 – 3.07, p=0.002)
- El **antecedente de vasculopatía** (HR 2.47, IC95% 1.50 – 4.05, p<0.001).
- El **no empleo de catéteres con sensor de fuerza de contacto** (HR 2.11, IC95% 1.37 – 3.25, p=0.001).
- El haber presentado **recurrencia en fase de *blanking*** (HR 3.59, IC95% 2.28 – 5.66, p<0.001)

### **Recurrencia a largo plazo de acuerdo con subgrupos**

Si comparamos los distintos grupos de pacientes (pacientes con atriopatía primaria, postablación, postcirugía o congénitos), no hubo diferencias estadísticamente significativas en la supervivencia libre de recurrencias a largo plazo entre los diferentes grupos (45.1% vs 50.0% vs 35.7% vs 60.0% respectivamente, p=0.2817 para el test de log-rank comparando todos los grupos entre sí, p=0.0720 comparando a los pacientes con cardiopatía congénitas frente al resto, ver figura 67).

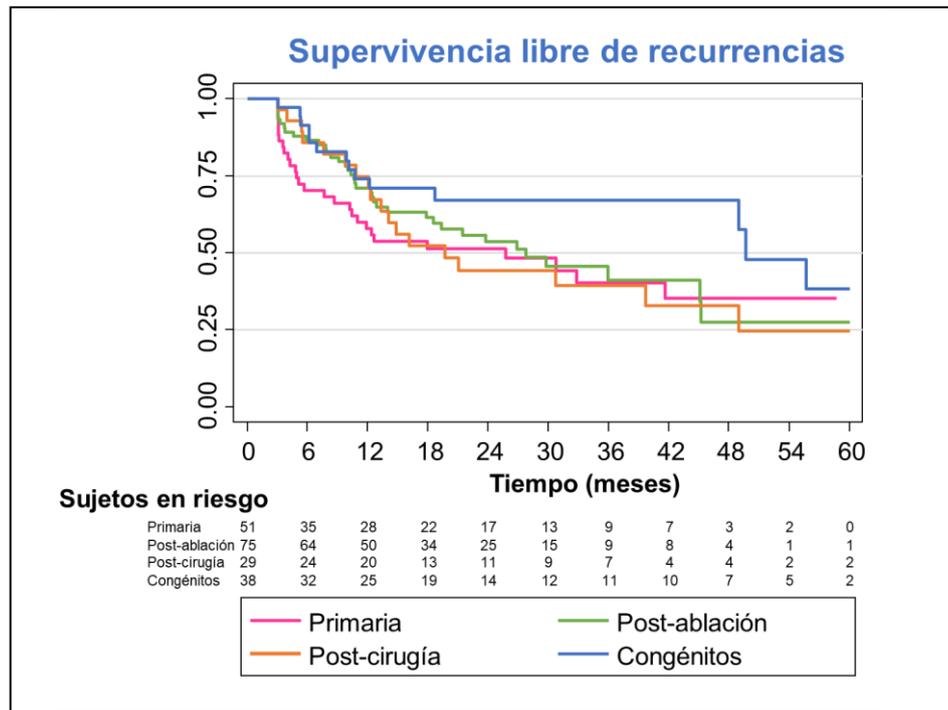


Figura 67. Curvas de Kaplan-Meier que muestran la supervivencia estimada libre de recurrencias a largo plazo fuera de *blanking* para los distintos subgrupos preespecificados de pacientes.

### Evolución a arritmia auricular permanente

Del total de la población del estudio, y excluyendo de este análisis a 5 pacientes (4 con pérdida de seguimiento durante el período de *blanking*, 2 por fallecimiento, y 1 por recidiva tras fase de *blanking* con manejo en otro centro y evolución clínica desconocida), 37 de los pacientes incluidos evolucionaron a arritmia auricular permanente (19.2%).

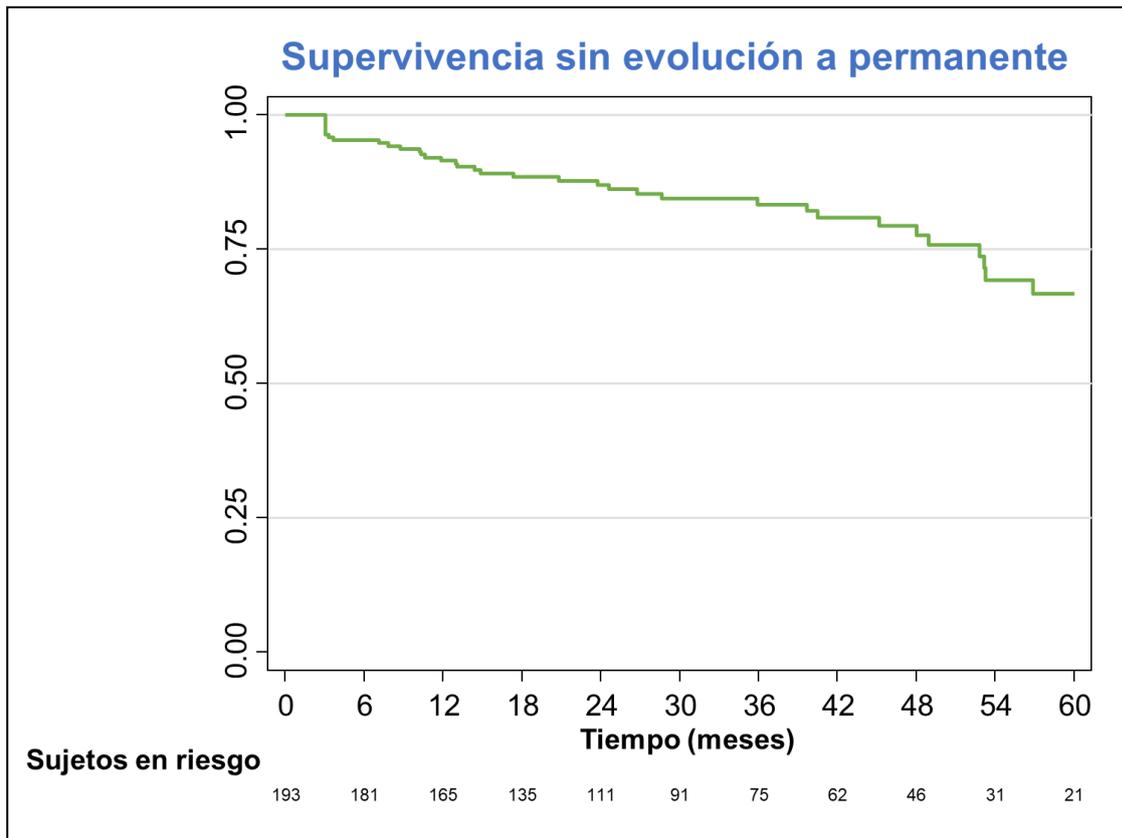


Figura 68. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de evolución a arritmia auricular permanente.

### Manejo de las recurrencias en fase de *blanking*

De las 53 recurrencias en fase de *blanking*, se realizó algún procedimiento adicional de control de ritmo en 25 casos (47.2%). La figura 69 (panel de la izquierda) muestra la proporción de pacientes en los que se realizó cada uno de los tratamientos empleados. 11 pacientes recibieron ablación para las recurrencias en *blanking*.

### Manejo de las recurrencias fuera de *blanking*

De las 97 recurrencias en fase de *blanking*, se realizó algún procedimiento adicional de control de ritmo en 47 casos (48.5%). La figura 69 (panel de la derecha) demuestra la proporción de pacientes en los que se realizó cada uno de los tratamientos empleados. 30 pacientes recibieron ablación para las recurrencias fuera de *blanking*.

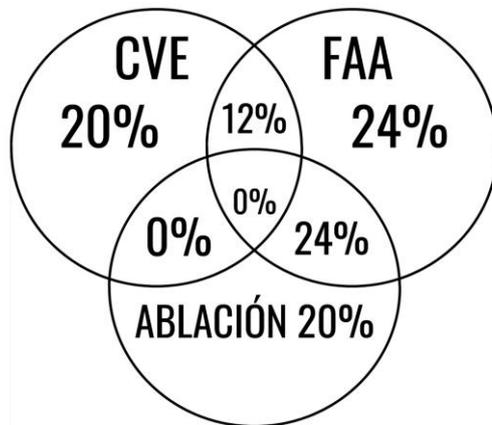
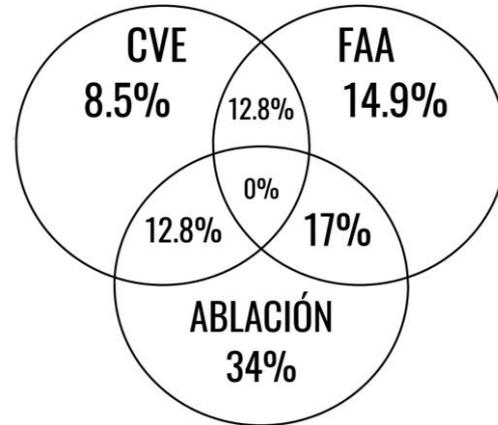
**RECURRENCIA EN BLANKING**

**RECURRENCIA FUERA DE BLANKING**


Figura 69. Diagrama de Venn que muestra los diferentes tratamientos aplicados en los pacientes en los que se llevó a cabo un procedimiento de control de ritmo adicional por recurrencia. Panel izquierdo: recurrencia en fase de *blanking*. Panel derecho: recurrencia fuera de *blanking*. CVE: cardioversión eléctrica. FAA: fármacos antiarrítmicos.

### Diferencias en las características basales de los pacientes en función de la evolución a permanente

La tabla 40 muestra las características basales de los pacientes en función de la evolución a arritmia auricular permanente. Los pacientes que evolucionaron a arritmia auricular permanente eran más mayores ( $73.6 \pm 8.7$  versus  $61.4 \pm 18.3$ ,  $p < 0.0001$ ), con mayor proporción de septuagenarios y octogenarios, tenían mayor puntuación en la escala CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>VASc ( $3.7 \pm 1.3$  versus  $2.9 \pm 2.1$ ,  $p = 0.0357$ ), tenían una aurícula izquierda más dilatada (diámetro auricular izquierdo  $4.7 \pm 0.9$  cm versus  $4.4 \pm 0.8$ ,  $p = 0.0397$ ; mayor volumen auricular izquierdo indexado  $52.6 \pm 19.3$  ml/m<sup>2</sup> versus  $42.3 \pm 13.4$  ml/m<sup>2</sup>,  $p = 0.0014$ ) y menor proporción de cardiopatía congénita (2.7% versus 22.5%,  $p = 0.006$ ).

Tabla 40. Diferencias en las características basales de los pacientes en función de la evolución a arritmia auricular permanente

Características basales de los pacientes en función de la evolución a arritmia auricular permanente*			
Característica	Permanente (N=37)	No permanente (N = 151)	p
Edad (años)	73.6 ±8.7	61.4 ±18.3	0.0001
Edad >65 años	81.1%	55.6%	0.005
Edad >75 años	48.7%	27.8%	0.015
Octogenario	27.0%	11.9%	0.021
Sexo femenino	32.4%	49.0%	0.070
Peso (kg)	73.5 ±9.6	72.9 ±17.3	0.8492
Obesidad	10.8%	18.5%	0.262
Altura (cm)	166.0 ±8.9	165.0 ±10.6	0.5882
Índice de masa corporal	26.7 ±3.0	26.5 ±4.8	0.8452
Hipertensión	73.0%	57.0%	0.075
Diabetes	35.1%	23.8%	0.161
Puntuación CHA <sub>2</sub> DS <sub>2</sub> VASc	3.7 ±1.3	2.9 ±2.1	0.0357
FE del ventrículo izquierdo/sistémico (%)	58.3 ±14.0	62.1±11.5	0.09
Diámetro de aurícula izquierda (cm)	4.7 ±0.9	4.4 ±0.8	0.0397
Volumen de aurícula izquierda (ml/m <sup>2</sup> )	52.6±19.3	42.3±13.4	0.0014
Cardiopatía estructural	64.9%	67.8%	0.756
Enfermedad coronaria (obstructiva o no)	18.9%	14.6%	0.512
Infarto	16.2%	11.3%	0.409
Valvulopatía significativa	35.1%	21.9%	0.092
Cardiopatía congénita	2.7%	22.5%	0.006
Otras cardiopatías	18.9%	15.9%	0.657
Insuficiencia cardíaca	43.2%	29.1%	0.099
Cirugía cardíaca	24.3%	35.8%	0.187
Fibrilación auricular previa	62.2%	52.3%	0.281
Ablación auricular previa (percutánea o quirúrgica)	59.5%	57.0%	0.782
Ictus o accidente isquémico transitorio	13.5%	15.9%	0.719
Vasculopatía	27.0%	17.9%	0.210
Enfermedad pulmonar obstructiva o asma	8.1%	6.6%	0.750
Apnea del sueño	8.1%	9.9%	0.735
Enfermedad renal crónica moderada o severa	40.5%	30.5%	0.241

\*: Se perdió el seguimiento de 5 pacientes durante la fase de *blanking*, por lo que no se han considerado en este análisis.

## Diferencias en las características procedimentales en función de la evolución a arritmia auricular permanente

La tabla 41 muestra las características procedimentales en función de la evolución a arritmia auricular permanente.

Tabla 41. Diferencias en las características procedimentales en función de la evolución a arritmia auricular permanente

Características procedimentales en función de la evolución a arritmia auricular permanente			
Característica	Permanente (N = 37)	No permanente (N = 151)	p
Anestesia general	75.7%	78.2%	0.746
Llegada en flúter	70.3%	64.9%	0.537
Llegada en ritmo sinusal	24.3%	31.1%	0.418
Llegada en fibrilación auricular	5.4%	4.0%	0.699
Empleo de navegador Carto	46.0%	37.8%	0.360
Empleo de navegador NavX	<b>16.2%</b>	<b>38.4%</b>	<b>0.011</b>
Empleo de navegador Rhythmia	37.8%	23.8%	0.084
Empleo de catéteres con sensor de fuerza de contacto	<b>62.2%</b>	<b>78.2%</b>	<b>0.044</b>
Tiempo de procedimiento (min)	267 [210 – 316]	262 [220 – 311]	1.0
Tiempo de escopia (min)	<b>86</b> <b>[51.5 – 122.1]</b>	<b>63.5</b> <b>[42.1 – 97.3]</b>	<b>0.0358</b>
Producto dosis-área (PDA, mGy · cm <sup>2</sup> )	39182 [19793 – 93013]	37986 [17341 – 67830]	0.3306

\*: Se perdió el seguimiento de 5 pacientes durante la fase de *blanking*, por lo que no se han considerado en este análisis.

Los pacientes que evolucionaron a permanente mostraron un menor empleo del navegador Ensite (16.2% versus 38.4%, p=0.011) y de catéteres con tecnología de sensado de fuerza de contacto (62.2% versus 78.2%, p=0.044). Asimismo, mostraron un mayor tiempo de escopia (90 ± 48 versus 71 ± 37, p=0.0117), a pesar de mismos tiempos totales de procedimiento.

## Diferencias en las características de los flúteres mapeados y las lesiones realizadas en función de la evolución a arritmia auricular permanente

La tabla 42 muestra las características de los flúteres mapeados y las lesiones realizadas en función de la evolución a arritmia auricular permanente. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en ninguna variable entre los pacientes que evolucionaron a arritmia auricular permanente y los que no lo hicieron.

Tabla 42. Características de los flúteres mapeados y lesiones realizadas en función de la evolución a arritmia auricular permanente.

Características de los flúteres mapeados y las lesiones realizadas en función de la evolución a arritmia auricular permanente			
Característica	Permanente (N=37)	No permanente (N = 151)	p
Mapeable inicial	78.4%	85.4%	0.294
Mapeable final	91.9%	96.0%	0.291
Flúter clínico derecho	13.5%	27.8%	0.168
Flúter clínico macrorreentrante	50.0%	62.1%	0.196
Flúter clínico en "figura de 8"	5.9%	17.9%	0.082
Flúter clínico tratado con ablación lineal	57.1%	58.8%	0.859
Terminación del flúter clínico	89.2%	94.0%	0.297
Inducción de otros flúteres	66.7%	53.6%	0.157
Número de flúteres mapeados	2.1 ±1.1	1.8 ±1.1	0.2769
Inducción de algún flúter macrorreentrante	62.9%	74.7%	0.159
Inducción de algún flúter microrreentrante	65.7%	50.0%	0.094
Inducción de alguna arritmia sostenida no mapeable	29.7%	18.8%	0.144
Realización de alguna ablación lineal	81.1%	86.8%	0.378
Realización de alguna ablación focal	43.2%	54.3%	0.227
Ablación de Istmo cavo-tricuspídeo (procedimiento actual o previos)	54.1%	62.3%	0.360
Aislamiento de venas pulmonares (procedimiento actual o previo)	51.4%	50.3%	0.911
Ablación de Istmo mitral clásico (procedimiento actual o previo)	8.1%	5.3%	0.514
Ablación con línea mitral anterior (procedimiento actual o previo)	56.8%	51.7%	0.578
Ablación de techo (procedimiento actual o previo)	27.0%	30.5%	0.682
Ablación de suelo (procedimiento actual o previo)	5.4%	8.6%	0.519

\*: Se perdió el seguimiento de 5 pacientes durante la fase de *blanking*, por lo que no se han considerado en este análisis.

## Diferencias en los resultados a corto, medio y largo plazo en función de la evolución a arritmia auricular permanente

La tabla 43 muestra las diferencias en resultados en función de la evolución a arritmia auricular permanente.

Tabla 43. Resultados en función de la evolución a arritmia auricular permanente.

Resultados en función de la evolución a arritmia auricular permanente*			
Característica	Permanente (N=37)	No permanente (N = 151)	p
Éxito final del procedimiento	75.0%	92.6%	0.002
Complicaciones	8.1%	8.0%	0.974
Recurrencia en <i>blanking</i>	48.7%	21.5%	0.001
Recurrencia en el 1º año	67.6%	22.5%	<0.001
Recorre más allá del primer año	100%	39.3%	<0.001

\*: Se perdió el seguimiento de 5 pacientes durante la fase de *blanking*, por lo que no se han considerado en este análisis.

El éxito final del procedimiento (esto es, la ablación efectiva del flúter clínico y todos los flúteres inducidos hasta lograr ritmo sinusal sin necesidad de cardioversión) fue menor en los pacientes con evolución a arritmia auricular permanente. De manera lógica, la aparición de recurrencias (ya sea en *blanking* o fuera de *blanking*) se asoció a la evolución a arritmia auricular permanente (que implica necesariamente que la arritmia recurra en algún momento; así, todos los pacientes con arritmia auricular permanente habían recurrido a largo plazo, más allá del primer año).

### Predictores de evolución a arritmia auricular permanente

En el análisis univariado de las características basales de los pacientes, características procedimentales, características de los flúteres mapeados y lesiones realizadas y resultados de la ablación, las siguientes variables se asociaron con una mayor tasa de recurrencia en el primer año tras ablación fuera de *blanking* (valor de la p expresado en función del resultado del test de log-rank):

- Edad: la evolución a arritmia auricular permanente fue mayor en los pacientes >65 años respecto a los más jóvenes (26.3% vs 9.5%, p=0.0013).
- Puntuación en la escala CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc: la evolución a arritmia auricular permanente fue mayor en los pacientes con CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc alto (puntuación de 2 o más en hombres y 3 o más en mujeres) que en los pacientes con CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc intermedio o bajo (27.6% vs 3.3%, p=0.0001).
- El diámetro y volumen auricular izquierdos: la evolución a arritmia auricular permanente fue superior en pacientes con aurícula izquierda moderada o severamente dilatada respecto a aquellos con aurícula izquierda no dilatada o sólo levemente dilatada (28.9% versus 13.0%, p=0.028).
- El no tener antecedente de cardiopatía congénita:
- El no empleo de navegadores NavX (Ensite): a pesar de la aparente asociación en el análisis univariado, no hubo diferencias estadísticamente significativas en el análisis de supervivencia libre de evolución a arritmia auricular permanente (p=0.1039).
- El empleo de catéteres sin sensor de fuerza de contacto: de manera similar a los navegadores Ensite, el empleo de catéteres con tecnología de sensado de fuerza de contacto no demostró una mayor supervivencia libre de evolución a arritmia auricular permanente (p=0.2764).
- El no tener éxito final en el procedimiento: riesgo de evolución a arritmia auricular permanente 46.0% vs 16.5%, p=0.0009.
- Las recurrencias en *blanking*: riesgo de evolución a arritmia auricular permanente 36.0% vs 14.5%, p=0.0009.
- Las recurrencias en el primer año y después del primer año (excluyendo *blanking*). Entre los pacientes que recurren en el primer año, el riesgo de evolución a arritmia auricular permanente es 43.1% vs 9.5%, p=0.0009.

Las figuras 70 a 76 muestran las curvas de Kaplan-Meier de la supervivencia libre de evolución a arritmia auricular permanente en función de las mencionadas variables.

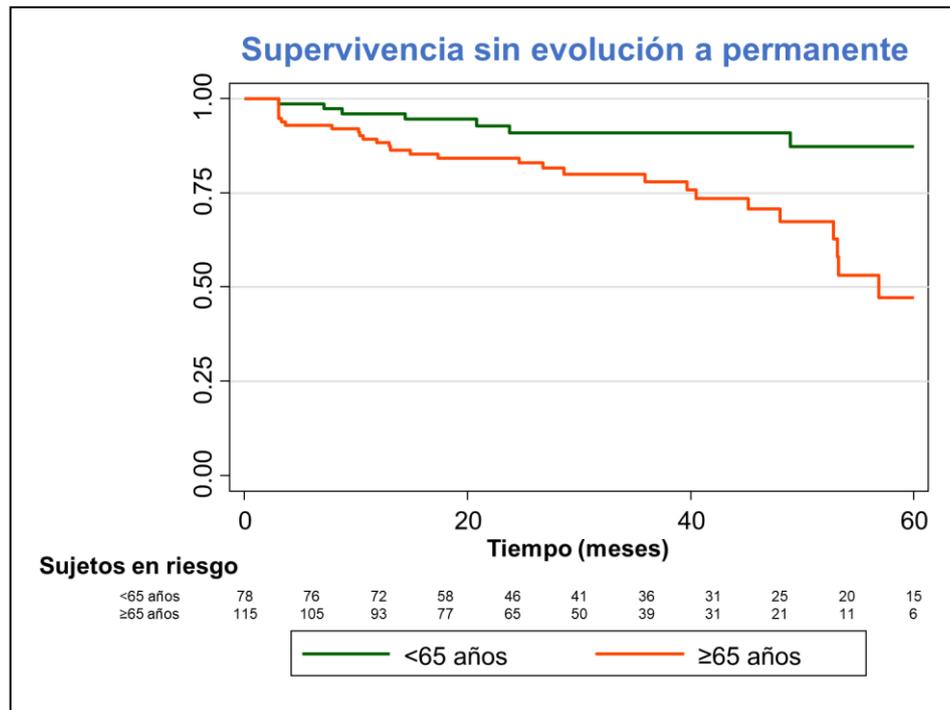


Figura 70. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de evolución a arritmia auricular permanente para los pacientes menores o mayores de 65 años.

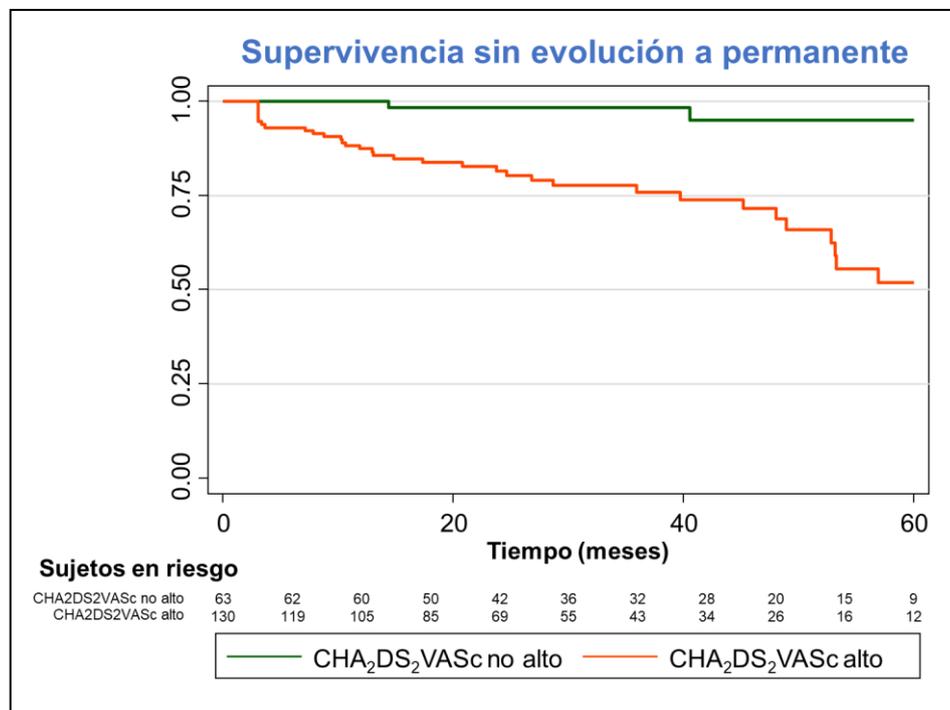


Figura 71. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de evolución a arritmia auricular permanente para los pacientes con CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc alto o no alto.

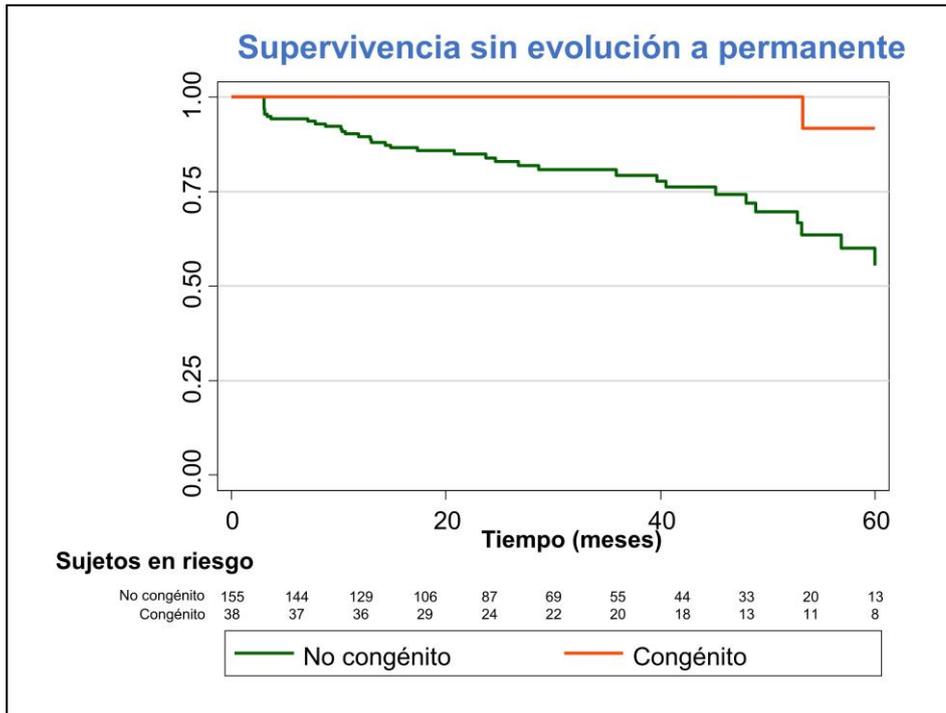


Figura 72. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de evolución a arritmia auricular permanente para los pacientes con o sin cardiopatía congénita.

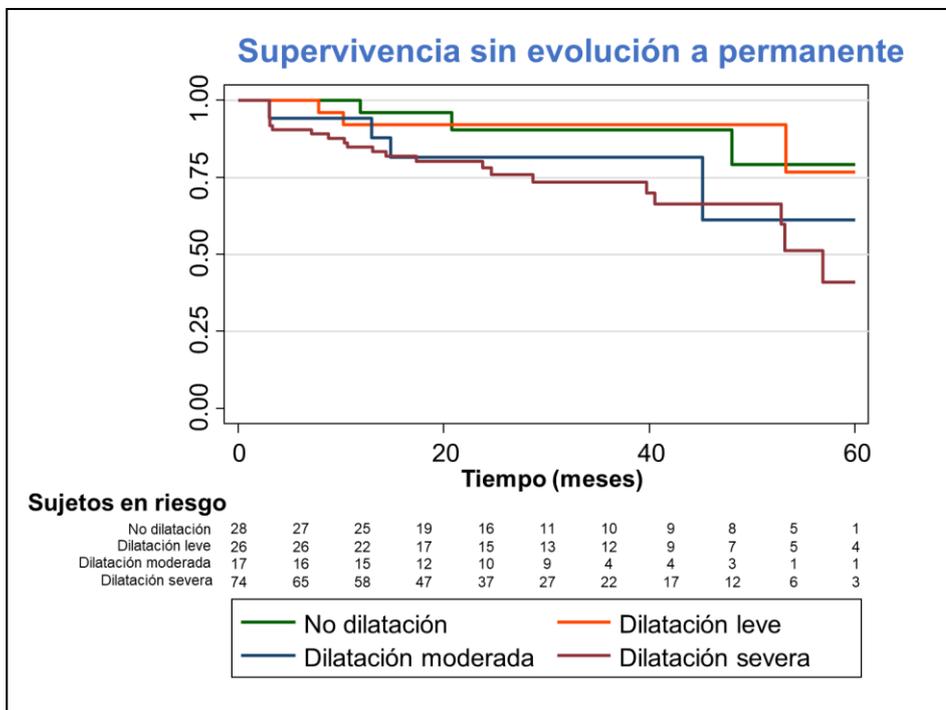


Figura 73. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de evolución a arritmia auricular permanente en función del tamaño auricular izquierdo (de acuerdo con el volumen auricular izquierdo indexado).

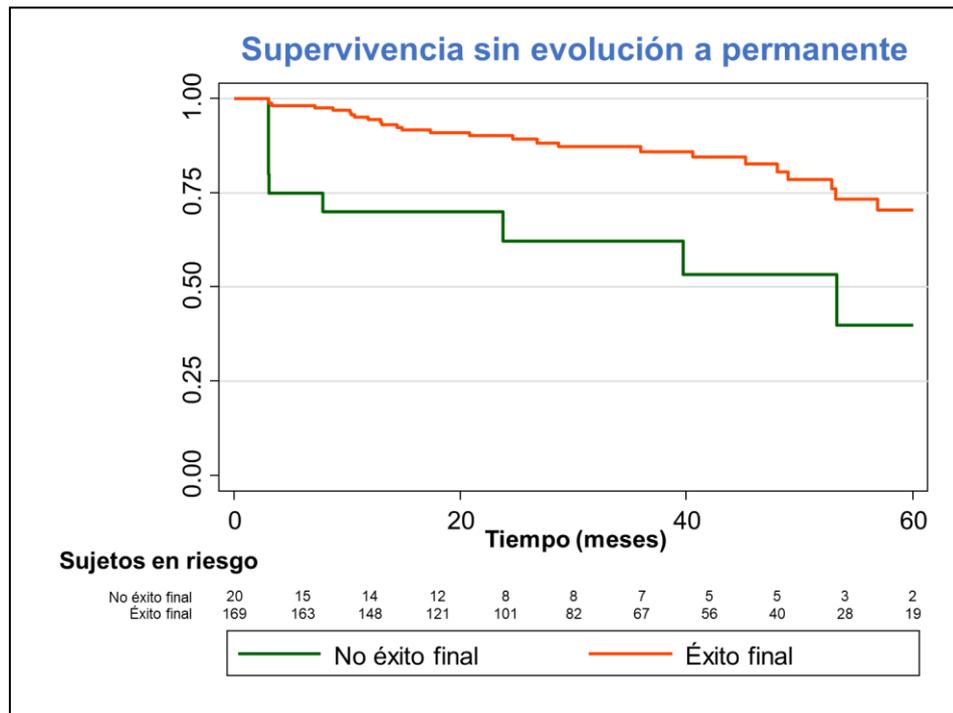


Figura 74. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de evolución a arritmia auricular permanente en función del éxito final del procedimiento.

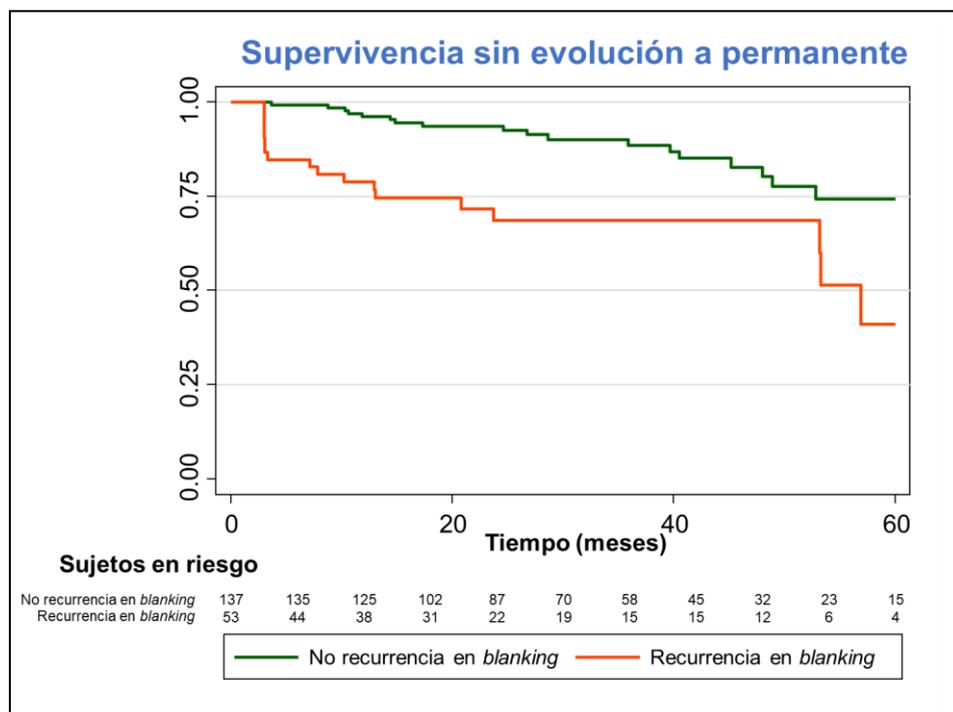


Figura 75. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de evolución a arritmia auricular permanente en función la recurrencia en fase de *blinking*.

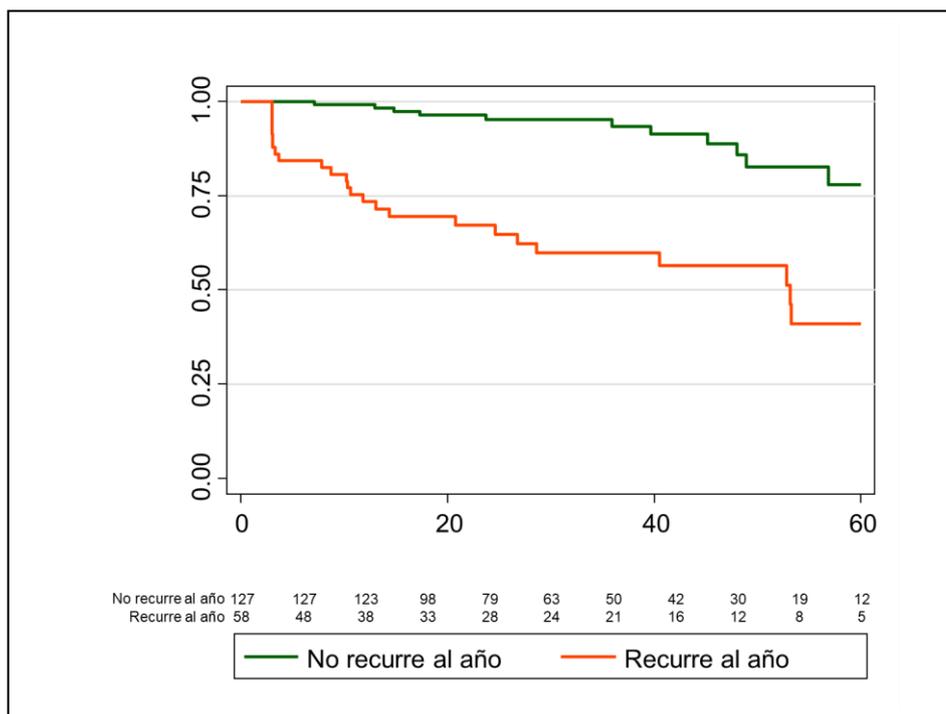


Figura 76. Curva de Kaplan-Meier que muestra la supervivencia estimada libre de evolución a arritmia auricular permanente en función de la recurrencia en el primer año fuera de *blinking*.

En el análisis multivariado (realizado mediante modelo de riesgos proporcionales de Cox) se incluyeron 4 variables: edad, antecedente de cardiopatía congénita, diámetro auricular izquierdo indexado (por su mayor disponibilidad en la clínica y por defectos en la recogida de esta variable en la cohorte de pacientes con cardiopatía congénita debido a la distinta técnica ecocardiográfica que en ellos se realiza), y recurrencia en fase de *blinking*, siendo predictores independientes de evolución a arritmia auricular permanente la **edad** (HR 1.05 por cada año de edad, IC 95% 1.01 – 1.10,  $p=0.018$ ), el diámetro **auricular izquierdo** (HR 1.88 para cada centímetro, IC95% 1.19 – 2.98,  $p=0.007$ ) y la **recurrencia en fase de *blinking*** (HR 5.21, IC95% 2.38 – 11.40,  $p<0.001$ ). El antecedente de cardiopatía congénita no predijo de forma independiente la evolución a arritmia auricular permanente.

### Evolución a arritmia auricular permanente de acuerdo con subgrupos

Si comparamos los distintos grupos de pacientes (pacientes con atriopatía primaria, postablación, postcirugía o congénitos), la supervivencia libre de evolución a arritmia auricular permanente fue significativamente diferente entre grupos (72.6% vs 80.8% vs 71.4% vs 97.2% respectivamente,  $p=0.0304$  para el test de log-rank comparando todos los grupos entre sí, ver figura 77).

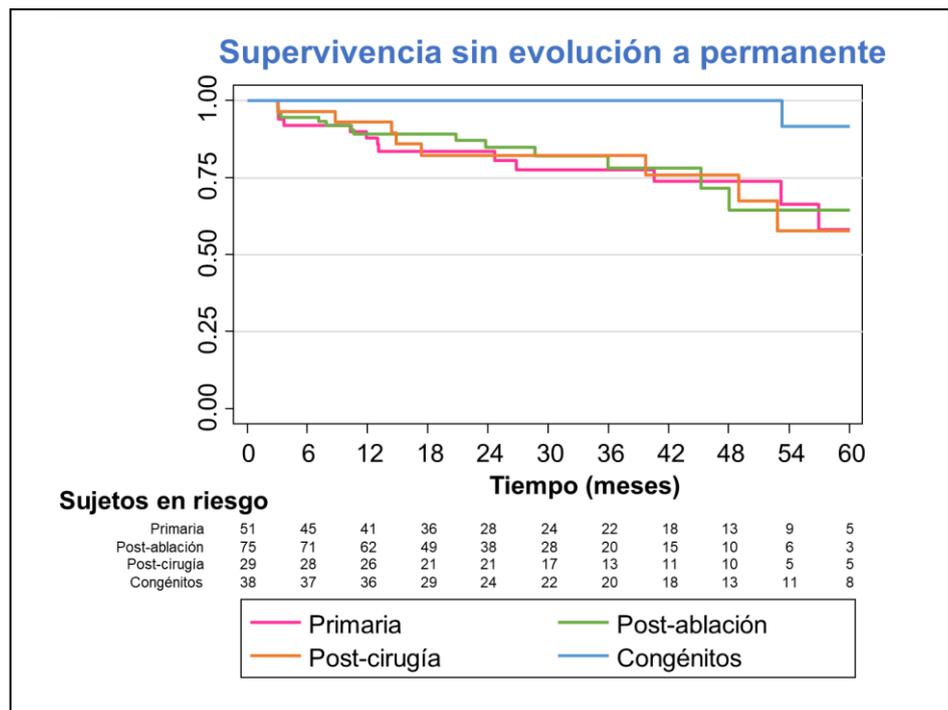


Figura 77. Curvas de Kaplan-Meier que muestran la supervivencia libre de evolución a arritmia auricular permanente para los distintos subgrupos preespecificados de pacientes.

## **Mortalidad**

Del total de la población del estudio, 19 de 161 pacientes (11.8%) fallecieron a lo largo del seguimiento. La causa de la muerte se pudo determinar en 17 de esos 19 pacientes (89.5%), siendo cardiovasculares en el 52.9 % (5 por insuficiencia cardíaca, 2 muertes súbitas cardíacas, 1 disección de aorta, 1 por complicaciones de una pericarditis constrictiva). El resto de los pacientes falleció por causa no cardiovascular (2 neumonías graves por COVID, 1 demencia avanzada, 1 fracaso renal agudo sobre enfermedad renal crónica previa, 1 perforación duodenal, 1 tromboembolismo pulmonar, 1 neumonía infecciosa y 1 cáncer). Ninguna de las muertes se atribuyó al procedimiento.

## Discusión

El presente trabajo supone el estudio observacional de ablación de flúter atípico con mapeo de alta densidad y catéteres de mapeo dedicados (ultra-alta densidad) con un mayor número de pacientes y procedimientos incluidos (161 pacientes, 193 procedimientos de ablación de flúter atípico), así como mayor número de flúteres atípicos mapeados y ablacionados (360 circuitos de flúter distintos mapeados, de los cuales 306 fueron atípicos). Incluye además una población heterogénea y balanceada de pacientes consecutivos con flúteres atípicos de distintas etiologías, como la que puede encontrarse hoy en día en laboratorios de electrofisiología españoles de hospitales de tercer nivel.

El enfoque, centrado en el procedimiento de ablación y no en cada circuito de flúter concreto, permite dar respuesta a la pregunta de qué resultado clínico esperar, en cuanto al éxito a corto y largo plazo, al remitir a un paciente con flúter atípico documentado a un procedimiento de ablación. Se ha preferido considerar cada nuevo procedimiento en un mismo paciente de manera independiente, pues aunque se trata de un mismo individuo, cada procedimiento de ablación se realizó en un momento temporal distinto, lo que implica diferencias en las características basales (edad, peso, nuevas comorbilidades), un diferentes sustrato auricular (volumen auricular, efecto de la ablación previa) y un comportamiento arrítmico posiblemente distinto (asociación con fibrilación auricular, cronología arrítmica, etc.).

### Características basales de los pacientes

Encontramos algunas diferencias en las características basales de nuestros pacientes respecto de los datos reportados en estudios previos, probablemente fruto de la diferente proporción de etiologías (primaria, postablación, postcirugía y congénitos), dado que la mayoría de estudios previos se centraron en una etiología concreta.

Los pacientes incluidos en el estudio eran pacientes relativamente jóvenes, con una **edad media de  $63.6 \pm 17.5$  años**, aunque casi un tercio (31.1%) fueron pacientes mayores de 75 años y uno de cada siete (14.5%) eran octogenarios. El reparto entre sexos fue más o menos equitativo, con un ligero predominio de varones, siendo el **45.1% mujeres**. La media de edad fue similar a la reportada en la literatura, aunque con una desviación estándar algo superior a la reportada en otros estudios que incluyeron poblaciones mixtas (p.ej., el trabajo de Raymond-Paquin (95), en el que la edad media de la muestra fue de  $68 \pm 11$  años), probablemente fruto de la heterogeneidad de nuestra población, con una representación mayor de pacientes jóvenes con cardiopatías congénitas, que supusieron el 19.7% de la muestra y cuya edad media fue de  $37.3 \pm 15.3$  años, y de mayores con atriopatía primaria, que supusieron el 26.4% de la muestra y cuya edad media fue de  $75.5 \pm 7.5$  años (figuras 78 y 79).

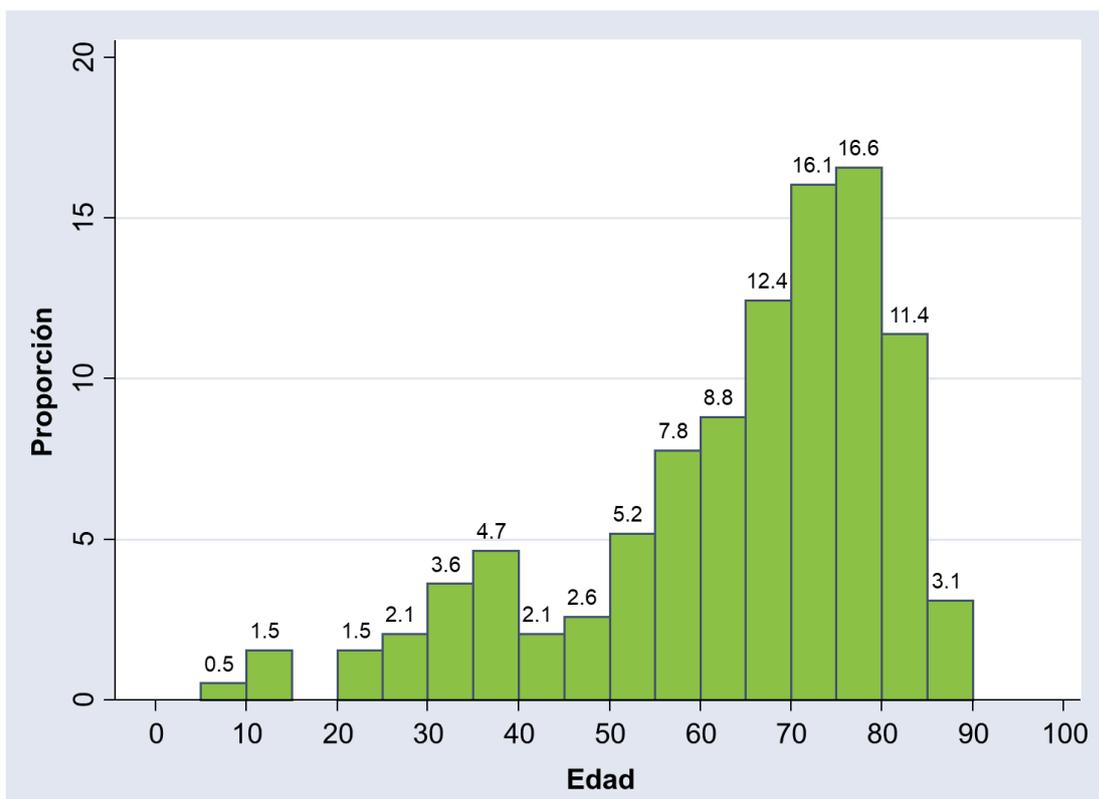


Figura 78. Histograma de proporciones que muestra la distribución por edad de la población de la muestra

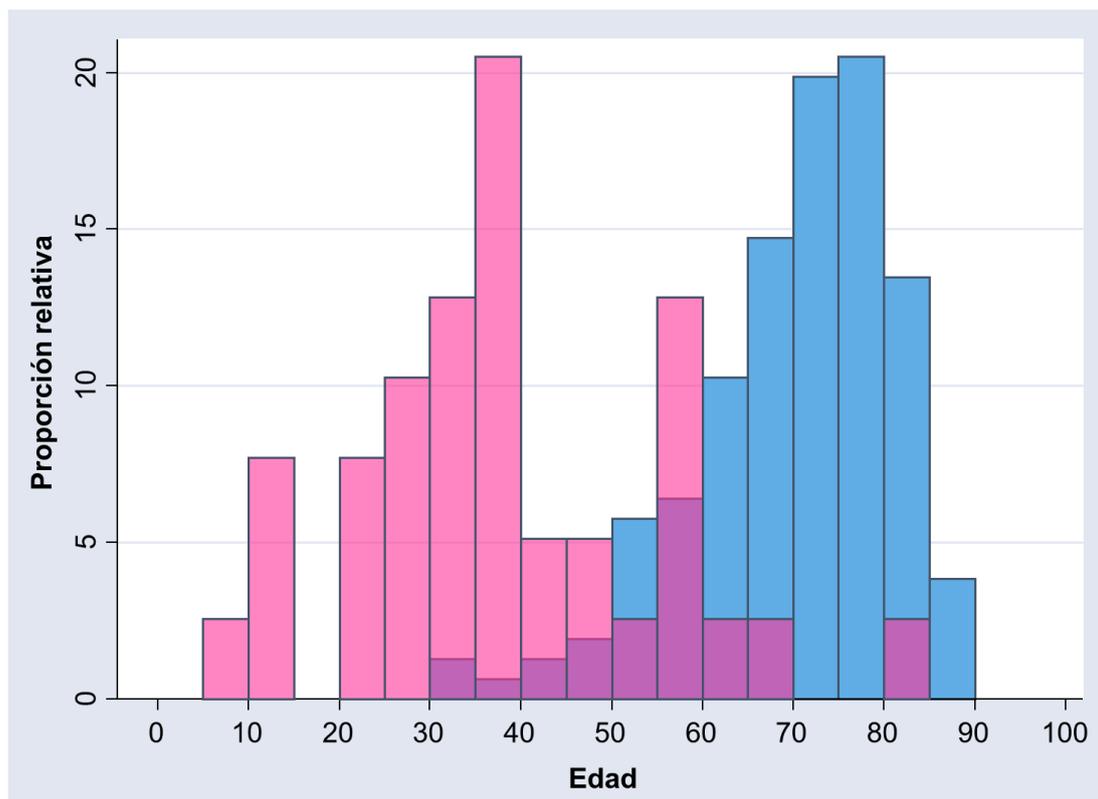


Figura 79. Histograma de proporciones que muestra la distribución por edad de la población con cardiopatía congénita (rosa) y sin cardiopatía congénita (azul).

La mayoría de los pacientes tenían sobrepeso, con un IMC medio de  $26.6 \pm 4.4$ , y un 17.6% eran obesos.

El 60.6% de la muestra presentaba **hipertensión** y el 25.9% **diabetes mellitus**, cifras similares a las de otros estudios, aunque algo menores a las de series de poblaciones mixtas con menor proporción de cardiopatía congénita (77% y 24% respectivamente en el trabajo de Raymond-Paquin (95), 76.7% y 13.7% respectivamente en el de Di Cori (94), 72.7% de hipertensos en el de Siebermair (92)), y mayores a las de estudios con población exclusivamente postablación, más seleccionada (36% y 4% respectivamente en el de Derval (93)).

En cuanto al riesgo de eventos tromboembólicos, la puntuación media en el **score CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>VASc fue de  $3.0 \pm 2.0$** , algo inferior a la de otros estudios con poblaciones mixtas como el de Raymond-Paquin (95) ( $3.6 \pm 1.7$ ) o Siebermair (92) ( $3.4 \pm 1.5$ ), aunque más cercana a estos valores que a los reportados por Derval (93) ( $1.4 \pm 1.2$ ) o Takigawa

(61) ( $1.4 \pm 1.2$ ), ambos centrados en una población postablación. La puntuación de CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>VASc encontrada en nuestro estudio probablemente refleja de nuevo la heterogeneidad de la población, con mezcla de poblaciones de alto riesgo cardiovascular (atriopatía primaria) y bajo riesgo cardiovascular (congénitos jóvenes).

En lo que respecta a parámetros ecocardiográficos, la **fracción de eyección del ventrículo izquierdo media fue del  $61.3 \pm 12.2\%$** , con un 19% de pacientes que presentaron disfunción de algún grado (<52% en varones y <54% en mujeres) y 9.8% disfunción moderada-severa ( $\leq 40\%$ ), similar aunque algo mayor a lo publicado en otras series ( $56.5 \pm 8.6\%$  y 10% de pacientes con fracción de eyección  $\leq 50\%$  en el trabajo de Raymond-Paquin (95) o  $56 \pm 12\%$  en el de Derval (93)).

Existe heterogeneidad en la literatura a la hora de reportar el tamaño de la aurícula izquierda. En nuestro caso, se recogieron el diámetro auricular izquierdo, parámetro poco preciso en la estimación pero ampliamente reportado en los estudios de fibrilación auricular y flúter, y el volumen auricular izquierdo indexado biplano calculado por método de discos y ajustado por superficie corporal, por ser la medida y método recomendados por expertos (105), dada su mayor utilidad como predictor de eventos. En nuestra serie, **el diámetro auricular izquierdo medio fue de  $4.5 \pm 0.8$  cm**, similar a lo consistentemente reportado en otros trabajos (entre  $4.3 \pm 0.6$  cm y  $4.7 \pm 1.0$ ) (84,88,92,94). El **volumen auricular izquierdo indexado medio de nuestros pacientes fue de  $44.8 \pm 15.5$  ml/m<sup>2</sup>** y, lamentablemente, sólo ha sido reportado con anterioridad por Balt y colaboradores (62), siendo en nuestro caso superior (ellos reportan volúmenes entre  $38 \pm 9$  ml/m<sup>2</sup> y  $43 \pm 16$  ml/m<sup>2</sup> en diferentes subgrupos).

Pocos trabajos reportan la prevalencia de enfermedades cardiovasculares concomitantes u otras comorbilidades. En nuestro caso, encontramos una tasa del 19.1% de **enfermedad coronaria aterosclerótica**, muy inferior al de la serie de Raymond-Paquin (95), en la que casi la mitad de los pacientes contaban con este antecedente (45%) o al del trabajo de Siebermair (92) (36.4%), aunque superior al reportado por Giehm-Reese (91) (13%) y similar al reportado por Schaeffer (13) (20%), siendo este último trabajo un estudio centrado en formas primarias. La prevalencia de **enfermedad valvular significativa** en nuestra serie fue del 24.4%, no existiendo reporte

en la literatura sobre este dato específico. El 19.7% de nuestra muestra presentó una **cardiopatía congénita**, proporción muy superior a la reportada por otras series con poblaciones mixtas, como la de Balt (62) que fue del 5% o la de Glehm-Reese (91) que fue del 8%. Globalmente, un 66.8% de nuestra muestra presentaba una **cardiopatía estructural** de cualquier tipo, una proporción superior a la descrita en otros estudios (25% en el trabajo de Derval (93), 33% en el de Schaeffer (13)).

## Etiología del flúter atípico

En este trabajo, se ha categorizado a los pacientes en 4 grupos diferenciados, de acuerdo con la etiología fundamental del flúter (ver figura 80). En pacientes con varias etiologías (p.ej.: ablación y cirugía previas), la clasificación se realizó primando una de ellas según las siguientes consideraciones:

- **Postablación (38.9%)**: en esta categoría, la más numerosa en nuestro medio, hemos englobado a los pacientes sin cardiopatía congénita ni intervención quirúrgica previa en la que existiera el antecedente de ablación endocárdica de arritmias auriculares.
- **Atriopatía primaria (26.4%)**: se trata de la segunda población en frecuencia, y engloba a aquellos pacientes sin cardiopatía congénita ni causa yatrogénica de flúter.
- **Congénitos (19.7%)**: en tercer lugar, encontramos a los pacientes con cardiopatía congénita. Aunque en este grupo tienen cabida pacientes con intervenciones quirúrgica o endovasculares previas (la inmensa mayoría) o sin dicho antecedente, dada sus peculiaridades, en cuanto a características poblacionales y abordaje diferenciado, se ha preferido su consideración como grupo específico.
- **Postquirúrgicos (15%)**: en cuarto y último lugar se encuentra el grupo que comprende a los pacientes postquirúrgicos. Los pacientes con antecedente tanto de cirugía previa como de ablación percutánea previa se consideraron en el grupo de postquirúrgicos.

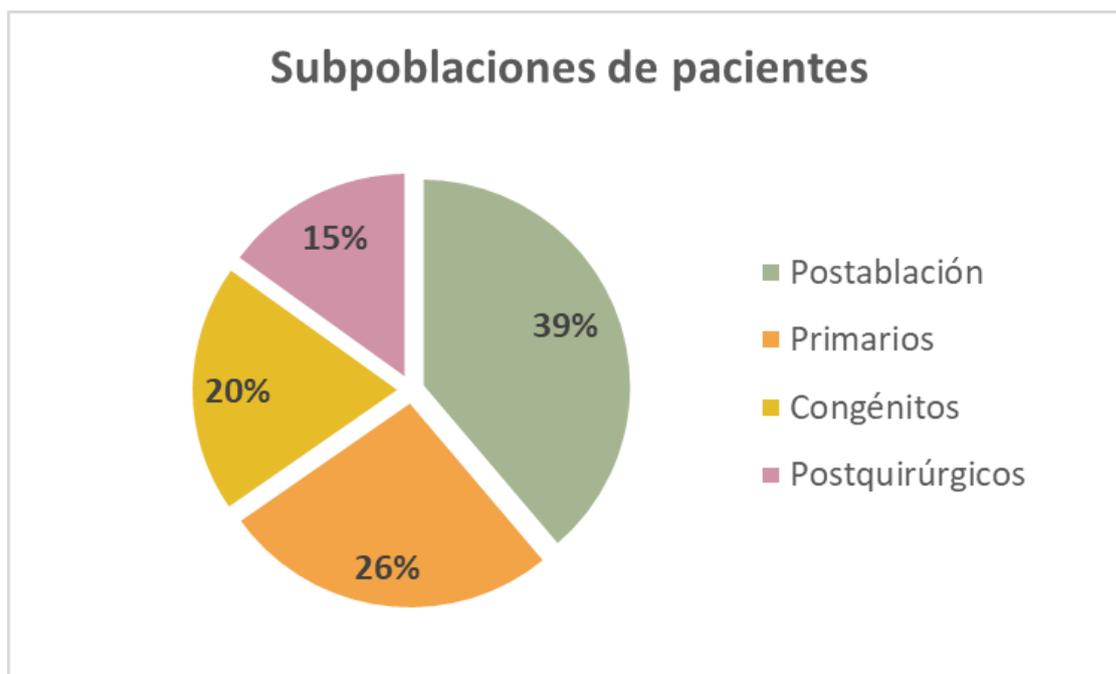


Figura 80. Proporción de pacientes de la muestra correspondientes a cada una de las 4 etiologías diferenciadas consideradas en el estudio

Este balance de subpoblaciones es diferente al reportado por otros estudios que incluyeron poblaciones mixtas y refleja las características peculiares de la población atendida en nuestro centro.

El grupo de pacientes mayoritario, como en otros trabajos previos que incluyeron poblaciones mixtas, es el de pacientes sin cardiopatía congénita ni intervención quirúrgica previa, pero con antecedente de ablación endocárdica auricular (**grupo postablación**). Este predominio resulta lógico: no en vano, nuestro centro cuenta con un alto volumen de procedimientos de ablación, liderando por varios años consecutivos el ranking nacional de número de ablaciones por centro (10,96,110–114); además, existe una línea de trabajo acerca de la ablación de fibrilación auricular persistente consistente en la ablación de regiones consideradas *driver* (rotor) de la conducción fibrilatoria, lo que a menudo resulta en ablaciones lineales no limitadas a las venas pulmonares, y que según está reportado en la literatura, podría favorecer que las recurrencias arrítmicas sean a modo de flúter atípico en lugar de fibrilación auricular (5-40%), con una incidencia relativa mayor cuanto más extensa es la ablación realizada (115–118).

El segundo grupo en frecuencia lo constituyen pacientes adultos sin cardiopatía congénita y sin antecedentes de cirugía cardíaca ni ablación previa (**grupo primario**). El Hospital Universitario Ramón y Cajal es el centro terciario de referencia de la antigua área 4 de Madrid que tras integrarse en la antigua área 3 pasó a constituir la actual Dirección Asistencial Este. Éste área sanitaria muestra una pirámide poblacional regresiva (figura 81) y con un porcentaje de población envejecida algo superior a la media de la comunidad de Madrid, aunque inferior a la media nacional: el 17.8% de la población de la Dirección Asistencial Este tiene 65 años o más (119), frente al 17.3% de la comunidad de Madrid según datos del Observatorio de Resultados del Servicio Madrileño de Salud (120), y al 19.9% nacional según el último informe anual del sistema nacional de salud (121). Estas cifras demográficas, por otra parte, son similares a las que ofrecen otros países de la zona euro y Estados Unidos (16.9% de la población tendría 65 años o más (122)). El envejecimiento se ha relacionado con la aparición de miocardiopatía auricular, explicado anatomopatológicamente por un aumento de la fibrosis auricular (123) y electrofisiológicamente por un alargamiento del potencial de acción, un enlentecimiento de la conducción del impulso cardíaco y un aumento de la refractariedad y la heterogeneidad de la repolarización (124,125), que en estudios de mapeo auricular se han relacionado con una disminución del voltaje auricular y un aumento en la aparición de áreas con bloqueo de la conducción o con conducción lenta (126–128). Estos hechos, sumados al aumento en la prevalencia de factores de riesgo y enfermedad cardiovascular en la población general (obesidad, hipertensión, diabetes e insuficiencia cardíaca), también relacionados con este proceso miopático, favorecerían la aparición de taquicardias auriculares asociadas a escara aún en sujetos sin antecedente iatrogénico previo. Así, es esperable un aumento en la prevalencia de esta subpoblación en base a las predicciones de envejecimiento poblacional, que estiman que el 26% de la población tendrá 65 años o más en 2037 (129).

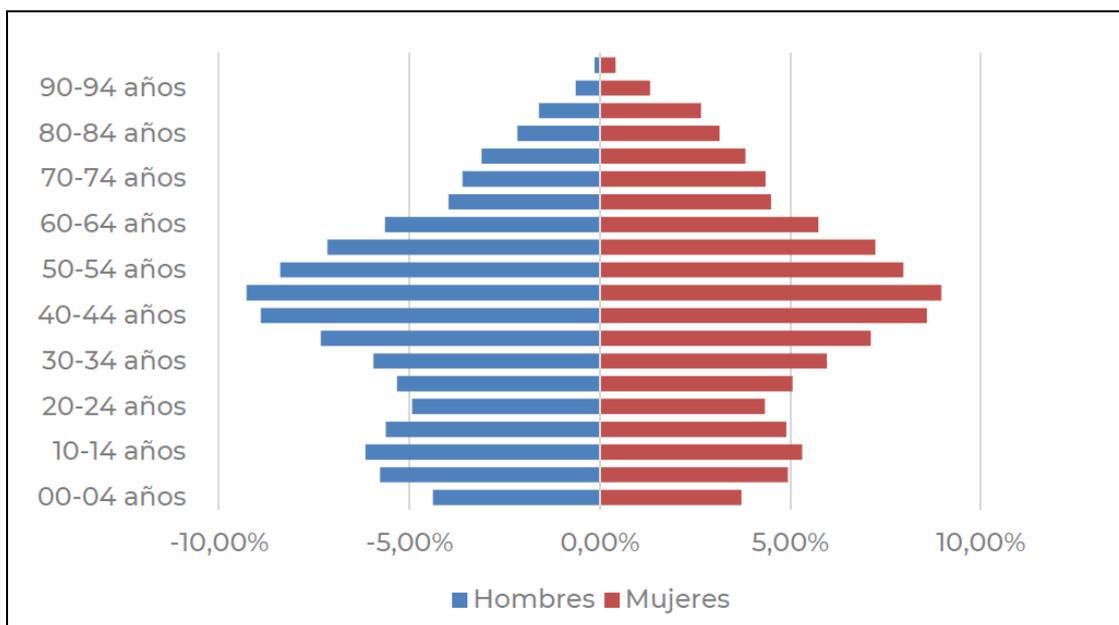


Figura 81. Pirámide poblacional del área de referencia del Hospital Universitario Ramón y Cajal. Adaptada de la Memoria anual 2021 del centro (119).

El tercer grupo en frecuencia en nuestra población lo constituyen los pacientes con antecedente de cardiopatía congénita, ya sea reparada o no (**grupo congénito**). La unidad de cardiopatías congénitas del adulto del Hospital Ramón y Cajal ha sido con anterioridad CSUR (Centro, Servicio y Unidad de Referencia) del Sistema Nacional de Salud para la atención integral del adulto con cardiopatía congénita. Por ello, cuenta con una población amplia de pacientes con cardiopatía congénita procedentes de todo el territorio nacional con una serie de particularidades propias de la designación CSUR, cuyo objetivo es la atención no sólo de aquellas lesiones congénitas de manifestación tardía o las cardiopatías adquiridas en pacientes con lesiones congénitas previas, sino también procurar una continuidad asistencial de la cada vez mayor población de supervivientes de cardiopatías reparadas en la infancia, que precisan de tratamiento de secuelas de su cardiopatía en la edad adulta. Por ello, se trata de una población heterogénea, con una elevada representación de pacientes con insuficiencia pulmonar y dilatación ventricular derecha tras cirugía de Fallot y de fallo de la cirugía de Fontan.

Por último, el subgrupo de etiologías menos frecuente lo conforman los pacientes con antecedente de cirugía cardíaca (**grupo postquirúrgico**). Aunque la cirugía valvular (atriotomía) y de MAZE supone un sustrato ideal para el asentamiento de

taquicardias auriculares macrorreentrantes, esta entidad suele corresponder a una proporción pequeña de pacientes en los estudios de poblaciones mixtas, lo cual podría explicarse por la baja prevalencia de cirugía cardíaca en la población general y la mayor complejidad de manejo periprocedimiento de estos pacientes, que pudiera desalentar la indicación de manejo invasivo. Además, es previsible un descenso de pacientes remitidos a ablación de flúter tras cirugía cardíaca, dada la actual tendencia a la disminución de la cirugía valvular (44% de todas las cirugías cardíacas de acuerdo al último registro español de cirugía cardíaca (130), siendo la cifra más baja observada desde 2009, con una bajada particularmente importante de la cirugía de recambio valvular aórtico aislado en probable relación al incremento del procedimiento de recambio transaórtico percutáneo).

## Características de los flúteres clínicos

### Mapeabilidad

En nuestra serie, encontramos inicialmente una mapeabilidad del 84.5%, que tras diferentes maniobras (incluyendo cardioversión, estimulación auricular programada o ablación empírica de sustrato o regiones “de interés”) alcanzó el 95.3%. Las referencias en la literatura acerca de este hecho son escasas y algunos estudios condicionan por su diseño la inclusión de flúteres, procedimientos o pacientes a la mapeabilidad de los mismos. Este resultado es relevante, pues implica que en aproximadamente 1 de cada 6-7 pacientes (15.5%) remitidos a un procedimiento de ablación tras documentación de flúter atípico no lograremos mapear ningún tipo de flúter al inicio del procedimiento. No obstante, aproximadamente dos tercios de estos pacientes acabarán siendo mapeables con el empleo de estrategias individualizadas, por lo que no se conseguirá mapeabilidad final en tan solo 1 de cada 21 pacientes (4.7%). No hubo diferencias en la mapeabilidad inicial ni final en los diferentes grupos etiológicos, si bien hubo una tendencia a la mayor mapeabilidad inicial de los pacientes congénitos (92.1%) y menor mapeabilidad inicial de los pacientes con atriopatía primaria (78.4%), lo que podría explicarse por la menor y mayor coexistencia de fibrilación auricular en sendos grupos, respectivamente.

## **Localización y mecanismo**

El 73.1% de los flúteres clínicos de nuestra serie estuvieron localizados en aurícula izquierda y el 25.9% en aurícula derecha, siendo en 2 casos flúteres biauriculares. Este dato resulta clínicamente relevante, pues implica la necesidad de abordaje transeptal con los riesgos inherentes al mismo (131) en casi 3 de cada 4 pacientes remitidos a ablación. Llamativamente y a este respecto, no encontramos en nuestra serie una mayor tasa de complicaciones globales en aquellos pacientes con flúteres izquierdos.

Sin embargo, la proporción de flúteres derechos fue muy diferente en las distintas subpoblaciones, siendo ampliamente mayoritarios en los pacientes congénitos (81.6%) y muy infrecuentes en el grupo primario (5.9%). Como **predictores de flúter izquierdo** (y, por tanto, factores que nos permitirían sospechar la necesidad de mapear la aurícula izquierda realizando punción transeptal), encontramos el **sexo femenino** (OR 5.74), la **diabetes** (OR 27.25), el **antecedente de fibrilación auricular** (OR 5.07) y la **ausencia de cardiopatía congénita** (OR 46.57). La mayor predisposición del sexo femenino a la fibrosis auricular izquierda, con mayor prevalencia de atriopatía auricular y *triggers* extrapulmonares de fibrilación auricular, podría explicar la asociación entre el sexo femenino y la aparición de flúteres izquierdos (132,133). Por su parte, la diabetes constituye un factor de riesgo de fibrilación auricular, aumentando el riesgo de desarrollo de la misma en un 30-40% respecto de individuos no diabéticos incluso después de ajustar por factores como la edad o el peso (134), y algunos de los mecanismos que favorecerían la aparición de la misma, como la fibrosis subendocárdica, la disfunción diastólica, la hipertensión, el aumento de volumen auricular o ciertas alteraciones electrofisiológicas, podrían participar también en la aparición de flúter atípico de forma directa o indirecta (135).

El 59.8% de los flúteres clínicos mostraron un mecanismo macrorreentrante, siendo en el resto compatible con una reentrada pequeña, sin diferencias estadísticamente significativa entre grupos, aunque con cierta tendencia a una mayor proporción de mecanismos macrorreentrantes en los pacientes congénitos y postquirúrgicos (66.7% y 65.4%, respectivamente) frente al resto (58.9% postablación y

53.1% en primarios), en probable relación con la mayor prevalencia de escaras auriculares lineales y homogéneas, fruto de la cirugía (atriotomías). No se encontraron predictores clínicos de uno u otro mecanismo.

## Resultados a corto plazo (inmediatos) de la ablación

### Terminación del flúter clínico

Se logró la terminación del flúter clínico en el 93.3% de los pacientes remitidos a ablación, considerando el conjunto de la muestra, y en el 97.8% de los pacientes en los que se logró mapear alguna taquicardia (esto es, excluyendo el 4.7% de pacientes que no fueron mapeables). Esta última cifra es muy similar a la reportada en los estudios más recientes (62,91–95), tanto aquellos con poblaciones mixtas de pacientes como aquellos con poblaciones más seleccionadas, en los que se empleó mapeo electroanatómico de alta densidad, lo que habla en favor de esta tecnología a la hora de lograr una definición exacta del mecanismo y/o circuito implicados. No hubo diferencias significativas entre los distintos subgrupos a la hora de lograr la terminación de la taquicardia clínica. Para la terminación del flúter clínico se emplearon mayoritariamente lesiones lineales (57.6%).

### Éxito final del procedimiento

En cuanto al *éxito final* del procedimiento, considerando como tal la terminación del flúter clínico y la de todos los flúteres posteriormente inducidos hasta lograr ritmo sinusal estable sin necesidad de cardioversión (esto es, quedando el paciente no-inducible), **se alcanzó este objetivo en el 89.4% de los pacientes remitidos para ablación y en el 91.8% de los pacientes que fueron mapeables**. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes subgrupos. Como posibles **predictores de fracaso** se encontraron el **volumen auricular izquierdo indexado** (OR 2.43 por cada ml/m<sup>2</sup>) y la **inducibilidad de arritmias sostenidas no mapeables** (OR 2.59), aunque este último predictor está estrechamente relacionado con el fallo del

procedimiento según nuestra propia definición, dado que un episodio de fibrilación auricular o flúter de secuencia cambiante que no sea terminado mediante ablación ni espontáneamente constituirían un motivo de no éxito final, al requerir cardioversión para su finalización.

## **Complicaciones**

Se observó una tasa de complicaciones mayores y menores del 8.8%, con un 6.2% de complicaciones catalogadas como mayores. Entre éstas, destaca el derrame pericárdico severo, que ocurrió en el 3.1% de los pacientes y que fue tratado con drenaje pericárdico en la sala de Electrofisiología en todos los casos, aunque en un tercio de ellos cursara sin repercusión hemodinámica.

Esta tasa de complicaciones es mayor a la reportada en algunas series, aunque existe gran variabilidad en la manera en que se recogen estos datos en la literatura científica (tanto del tipo de complicaciones recogidas como si éstas se consideran mayores o menores). Por mencionar los estudios más recientes, el grupo de Raymond-Paquin (95) reporta sólo complicaciones mayores, que cifran en 1.1%; el de Di Cori (94) sólo complicaciones menores (no hubo mayores), que fueron del 6%; Balt y colaboradores (62) sólo observaron 1 evento tromboembólico transitorio (1.2%); el grupo de Siebermair (92) experimentó una complicación mayor (1 ictus de gran tamaño), lo que supone un 1.8%, y 2 complicaciones menores hemorrágicas, lo que supone el 3.6%; el de Giehm-Reese (91), sin embargo, reportó un tasa elevada de complicaciones globales, del 15% (3 derrames pericárdicos, 3 infecciones y 2 sangrados vasculares). Otros estudios, como el de Derval (93), no aportan ningún tipo de información a este respecto. El XXI registro español de ablación (136) describe una tasa de complicaciones globales del 3%, aunque tratándose de un registro retrospectivo a través de una encuesta autoadministrada, pudiera estar infrarreportada.

## Resultados a medio plazo de la ablación

### Recidiva en fase de *blanking*

En este trabajo, y de forma análoga a las recomendaciones en estudios de ablación en fibrilación auricular (137), hemos considerado los primeros 3 meses postablación como un período singular y diferenciado a la hora de reportar los resultados inmediatos del procedimiento de ablación. Esta consideración se basa en el probable mecanismo etiológico particular de las recidivas precoces (que podrían ser similares a las causas atribuidas a las recidivas postablación de fibrilación auricular, entre las que se barajan el edema tisular e inflamación yatrogénicos, estrés oxidativo, daño isquémico, desequilibrio autonómico, sustitución fibrótica o suspensión transitoria de los regímenes antiarrítmicos (138)), en su posible diferente impacto pronóstico (más benigno, o no necesariamente ligado indefectiblemente a la aparición de recurrencias a medio y largo plazo (139)) y en el distinto manejo que se realiza de las recidivas arrítmicas en esta fase (a menudo conservador(140)).

Sin embargo, esta analogía no está refrendada en la literatura científica, esto es, no está demostrado que las recurrencias arrítmicas durante este período precoz tras una ablación de flúter atípico tengan un pronóstico más benigno, y ni siquiera las recurrencias en fase de *blanking* después de un procedimiento de ablación de fibrilación auricular gozan hoy en día de la misma reputación inofensiva (141). A este respecto, nuestro grupo ha comunicado con anterioridad las diferencias en el pronóstico a medio plazo (al año de la ablación) entre pacientes que recurrieron en fase de *blanking* o que no lo hicieron (142), encontrando un peor pronóstico en los que sí presentaron recidiva en esta fase (supervivencia libre de arritmias auriculares al año del 28% en los pacientes que recurrieron versus 67% en los pacientes que no,  $p < 0.001$ , con un RR de 2.34, figura 82). Aunque el pronóstico resultó claramente peor, un 28% de los pacientes que habían recurrido en fase de *blanking* no volvieron a recurrir en el siguiente año de la ablación, lo que deja cierto lugar a la esperanza a un resultado aceptable a largo plazo para algunos pacientes y podría justificar el uso del concepto de *blanking* también en la ablación de flúter atípico.

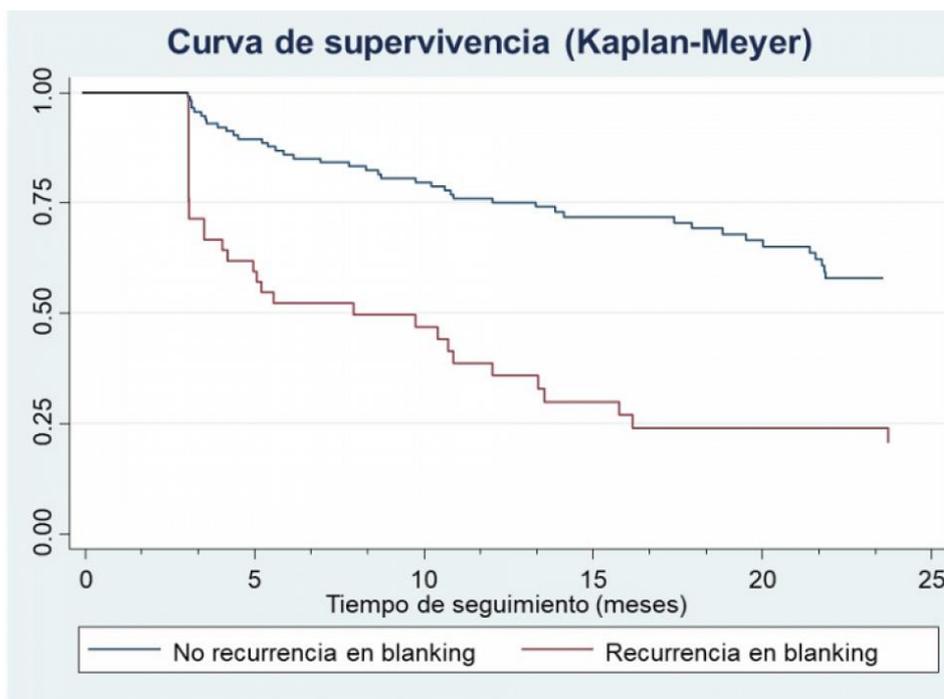


Figura 82. Curva de supervivencia libre de arritmias auriculares en pacientes sometidos a ablación de flúter atípico en función de si se observó recurrencia en los 3 primeros meses de la ablación. Adaptado de Lozano Granero C, Moreno Planas J, *et al.* Rev Esp Cardiol 2021; 74 (Supl 1). (142)

En nuestra serie, observamos **una tasa del 27.5% de recidiva en los 3 primeros meses de ablación (considerados de *blanking*)**, siendo el 77.4% de las mismas (más de 3 de cada 4) en forma de flúter, más de la mitad (54.7%) persistentes y algo menos de la mitad (47.2%) sintomáticas. No hubo diferencias estadísticamente significativas en la aparición de este tipo de recidivas entre los diferentes subgrupos.

Sólo la **inducción de otros flúteres (mapeables) distintos al clínico** (HR 2.31) y el **no-éxito final del procedimiento** (HR 4.28) se asociaron independiente con la recidiva en fase de *blanking*. Este hecho subrayaría la importancia del *end-point* de no-inducibilidad como objetivo deseable del procedimiento de ablación de flúter, y no la simple terminación de la taquicardia clínica. Este resultado del procedimiento diferenciaría la ablación de flúter atípico respecto de la ablación de fibrilación auricular, ya que en esta última la terminación y no-inducibilidad posterior no han sido clásicamente perseguidas durante la ablación debido a la percepción de una correlación pobre con los resultados posteriores (143,144); sin embargo, algunos grupos sí han

observado relación con las recurrencias posteriores (145), propugnando una estrategia de ablación más extensa en función de la inducibilidad de fibrilación auricular (146,147), que podría deberse potencialmente a que el sustrato mantenedor de la fibrilación auricular no se ha visto suficientemente modificado.

Por otro lado, **la recurrencia en fase de *blanking* se asoció con una menor supervivencia libre de recurrencias arrítmicas al año de la ablación (44% vs 77.61%),** siendo predictor independiente de este *end-point* (HR 4.89 para recurrencias) **y con una menor supervivencia libre de recurrencias a largo plazo (26.0% vs 56.9%),** siendo también predictor independiente de este *end-point* (HR 3.59 para recurrencias) (figura 83). En este sentido, nuestro trabajo señalaría hacia un peor pronóstico de la recurrencia en fase de *blanking* en relación con resultados a medio y largo plazo en el caso de la ablación de flúter atípico comparado con la fibrilación auricular, ya que estudios realizados en este último campo con seguimientos similares al nuestro han demostrado una supervivencia libre de recurrencias arrítmicas a largo plazo superior (49%) en pacientes con recurrencia en fase de *blanking* (148).

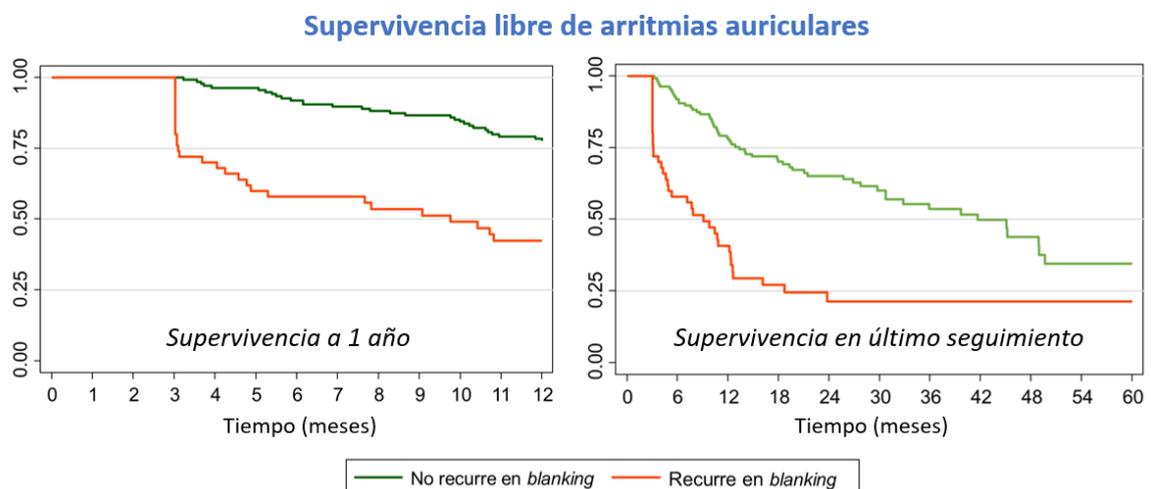


Figura 83. Curvas de Kaplan-Meier para la supervivencia estimada libre de recurrencias al año y a largo plazo (excluyendo el periodo de *blanking*) en los pacientes que recurrieron y que no recurrieron en periodo de *blanking*.

## **Recidiva en el primer año fuera de *blanking***

Excluyendo el período de *blanking*, el 30.1% de los pacientes de nuestra serie recurrieron durante el primer año de la ablación, la mayoría en forma de flúter (79.3%), dos tercios de los cuales se comportaron de forma persistente (69%).

En el análisis multivariado, sólo la **edad mayor de 80 años** (HR 2.77) y la **recurrencia en fase de *blanking*** (HR 4.89)  **fueron predictores independientes de la recurrencia en el primer año** tras ablación (fuera de *blanking*).

La asociación entre edad y mayor tasa de recurrencia a medio plazo es similar a la observada en estudios de ablación en fibrilación auricular, con mayores tasas de recurrencia en los pacientes más añosos (138,149), lo que, sumado a la falta de beneficio clínico que señalan algunos estudios para aquel escenario (150), podría influir en la mayor reticencia a practicar este tipo de procedimientos complejos en pacientes añosos, a pesar de un perfil de seguridad similar (151). Esto podría ser extensible a la ablación de flúter atípico de acuerdo con nuestros resultados.

Si analizamos la supervivencia libre de recurrencias en el primer año fuera de *blanking* en los distintos grupos preespecificados y en vistas de los peores resultados asociados a la mayor edad, no es de extrañar que la supervivencia libre de recurrencia en el primer año fuera **menor en los pacientes con atriopatía primaria en comparación con el resto** (58.0% vs 72.6% vs 71.4% vs 73.5%,  $p=0.0330$ ). Estos resultados acerca del pronóstico a medio plazo resultan de gran relevancia a la hora de indicar el procedimiento y aportar información a los pacientes acerca de los beneficios esperables del mismo ya que, mientras que en los pacientes con cardiopatías congénitas, antecedente de ablación endocárdica o cirugía cardíaca previa podríamos asegurar que hasta 3 de cada 4 pacientes mantendrán ritmo sinusal al cabo de un año de la ablación, menos de 2 de cada 3 pacientes sin estos antecedentes lo harán.

## Resultados a largo plazo

### Recurrencias más allá del año

En nuestra serie, y tras un seguimiento mediano de 32.3 meses, **el 50.3% de los pacientes presentaron alguna recurrencia fuera de *blanking***, siendo tres cuartas partes de las mismas (73.2%) en forma de flúter y dos tercios de ellas (68%) persistentes. Esta alta tasa de recurrencia recuerda al limitado éxito de la ablación en el campo de la fibrilación auricular persistente y persistente de larga evolución, donde se han observado tasas de recurrencia similares en series contemporáneas que emplearon técnicas de ablación convencionales (radiofrecuencia o crioablación) incluso con menores tiempos de seguimiento (138,152,153).

Muy pocos estudios reportan resultados a tan largo plazo. El trabajo publicado por Wieczorek y colaboradores (85), que incluyó a 6 pacientes sin cardiopatía congénita ni antecedente de cirugía cardíaca con flúteres auriculares derechos relacionados con escara espontánea auricular reportó una supervivencia libre de recurrencias del 50% tras  $34 \pm 5$  meses de seguimiento; el de Giehm-Reese (91), que incluyó a 55 pacientes de etiologías mixtas con flúteres atípicos izquierdos, mostró una supervivencia libre de recurrencias del 51% tras  $20 \pm 12$  meses de seguimiento. Llama la atención la altísima tasa de éxito reportada por Di Cori y colaboradores (94) en su trabajo, que incluyó a 73 pacientes de etiologías mixtas pero con predominio de formas primarias (baja tasa postablación y postcirugía reportadas), en el que encontraron una tasa de éxito a 3 años del 50% en la población en la que se empleó mapeo convencional pero mucho mayor (86%) para el grupo de mapeo de alta densidad; estas cifras llaman la atención teniendo en cuenta la baja tasa de éxito final (agudo) del procedimiento (que cifran en 80% para los pacientes en los que se empleó alta densidad).

En el análisis multivariado, fueron predictores independientes de recurrencia a largo plazo el antecedente de **fibrilación auricular** y de **vasculopatía**, el no-empleo de catéteres con **sensor de fuerza de contacto** y la **recurrencia en fase de *blanking***. La coexistencia de fibrilación auricular y vasculopatía podrían traducir una mayor cardiomiopatía auricular. La relación entre enfermedad coronaria avanzada y mayor tasa

de recurrencia de arritmias auriculares tras ablación ya se ha establecido con anterioridad para la ablación de fibrilación auricular (154). Por otro lado, el uso de catéteres con tecnología de sensado de fuerza de contacto se ha asociado en meta-análisis con mejores resultados en la ablación de fibrilación auricular, reduciendo la reconexión aguda de venas pulmonares en un 55% y las recurrencias en el primer año en un 18% (155).

Aunque con una tendencia a menor recaída en el grupo de pacientes con cardiopatías congénitas, no hubo diferencias estadísticamente significativas en las recurrencias a largo plazo entre los distintos subgrupos preespecificados.

### **Evolución a arritmia auricular permanente**

En nuestra serie, **un 80.8% de los pacientes permanecieron libres de evolución a arritmia auricular permanente**, esto es, se mantuvieron en una estrategia de control de ritmo efectiva. La evolución a arritmia auricular permanente es un *end-point* clínico ambivalente: por un lado reflejaría la mayor probabilidad del paciente de desarrollar y sostener arritmias auriculares en relación con un fracaso en la estrategia de control de ritmo y/o una progresión de la atriopatía de base, y por otro lado reflejaría el diferente empeño que el clínico realice en el mantenimiento del ritmo sinusal, probablemente relacionado con la percepción que éste tenga de una mayor probabilidad en lograr un control efectivo del ritmo en función de las características del paciente.

En el análisis multivariado, fueron predictores independientes de evolución a arritmia auricular permanente la **edad** (HR 1.05 por cada año), la **recurrencia en fase de *blanking*** (HR 5.21) y el **diámetro auricular izquierdo** (HR 1.88 para cada centímetro). Como se mencionaba previamente, algunas de estas variables tendrían una lectura ambivalente: la edad avanzada puede ser causa de una atriopatía auricular más avanzada pero también desalentar al clínico acerca de adoptar medidas agresivas para luchar por el ritmo sinusal; el mayor diámetro auricular izquierdo también se relacionaría con una mayor atriopatía auricular a la vez que podría desincentivar al clínico; por último, la recurrencia en fase de *blanking* pudiera relacionarse con un fallo

en el procedimiento o en la estrategia de control de ritmo en su conjunto, al mismo tiempo que podría influir negativamente en la decisión del clínico de seguir persiguiendo el ritmo sinusal.

La tasa de evolución a arritmia auricular permanente fue mucho menor en el subgrupo de pacientes con cardiopatía congénita, lo que sería justificable de nuevo desde 2 perspectivas: la menor atriopatía auricular por menor edad, comorbilidad y coexistencia de factores de riesgo cardiovascular; y la mayor perseverancia de los clínicos en la estrategia de control de ritmo en estos pacientes, probablemente fundamentado en su menor edad y en el gran beneficio clínico del mantenimiento del ritmo sinusal en esta población. A pesar de que el antecedente de cardiopatía congénita se asoció estadísticamente con la evolución a arritmia auricular permanente en el análisis univariado, no se asoció en el análisis multivariado, por lo que probablemente la asociación quedaría explicada, al menos parcialmente, por la menor edad de los pacientes.



## Limitaciones

Este trabajo es un estudio observacional por lo que, por su naturaleza no experimental, no permite establecer hipótesis de causalidad. El objetivo primario es de carácter descriptivo y no se ha diseñado para comparar los resultados de una estrategia de ablación de flúter atípico guiado por mapeo electroanatómico de alta densidad respecto de una estrategia diferente, por ejemplo, basada en un mapeo electroanatómico convencional o de baja densidad. La enorme aceptación de la utilidad de esta nueva tecnología para el mapeo de arritmias auriculares complejas como el flúter atípico y la gran adhesión a su empleo de manera preferente en los laboratorios de Electrofisiología hacen que una comparación simultánea de ambas estrategias sea difícil. Un estudio de cohortes no concurrentes o históricas permitirían la comparación de ambas estrategias, pero a las desventajas de los estudios retrospectivos en la calidad de la información recogida se sumarían otros posibles sesgos derivados de los cambios en la metodología de la indicación y del procedimiento a lo largo del tiempo (p. ej.: inclusión de pacientes más jóvenes y sanos inicialmente o de casos más complejos y refractarios a tratamiento, menor empleo de anestesia general o de catéteres de ablación con sensor de fuerza de contacto, etc.).

En este estudio no se incluyeron pacientes con diagnóstico de sospecha inicial de flúter atípico cuyo mecanismo electrofisiológico subyacente final fuera una taquicardia auricular focal no reentrante (por automatismo anormal o actividad desencadenada). Esto hace que los resultados no sean extrapolables a la totalidad de pacientes con sospecha electrocardiográfica inicial de flúter atípico, sino únicamente a aquellos en los que dicho patrón electrocardiográfico correspondiera finalmente con una reentrada auricular, ya fuera por macrorreentrada o reentrada pequeña.

En cuanto a la selección de pacientes, estos fueron remitidos para ablación a criterio del clínico o el electrofisiólogo que los evaluara en consulta y por tanto existe un probable sesgo de selección basado en la percepción del clínico del probable beneficio esperable del procedimiento, lo que hace que los resultados del trabajo pudieran no sean extrapolables a la población general de pacientes con flúter atípico.

Por otra parte, la recogida de datos se basó en la historia clínica de los pacientes, por lo que la parte retrospectiva de la recogida de datos presenta pérdidas en algunas variables concretas en determinados pacientes. Asimismo, se perdió el seguimiento de forma muy precoz en 5 pacientes, que no se han incluido en el análisis supervivencia libre de arritmias auriculares al año y a largo plazo, ni el de evolución a arritmia auricular permanente.

Finalmente, el diagnóstico de recurrencia se basó en la realización de ECG y/o Holter externo a criterio del clínico, con un porcentaje bajo y no recogido de pacientes portadores de Holter insertable o dispositivos de estimulación cardíaca. Por ello, y salvo pacientes que se presentaran en urgencias o consultaran sin cita por aparición de síntomas, el diagnóstico de la fecha de recurrencia coincide con el momento del diagnóstico de la misma y no con el verdadero comienzo de la taquicardia. Además, al no disponer de monitorización continua, otras variables de interés, como la carga arrítmica, no pudieron ser determinadas.

## Conclusiones

En una cohorte contemporánea amplia de pacientes con flúteres atípicos de varias etiologías (incluyendo un 20% de pacientes con cardiopatía congénita, 34% con antecedente de cirugía cardíaca, 68% con antecedente de ablación auricular y un 32% sin antecedentes de ablación ni cirugía cardíaca) atendidos en un centro sanitario de tercer nivel, la ablación con empleo de sistemas de navegación con mapeo de alta densidad mostró los siguientes resultados:

- El 15% de los pacientes presentaron arritmias no mapeables al inicio del procedimiento, proporción que puede reducirse al 5% en base a una serie de estrategias individualizadas que incluyen el mapeo de sustrato, la ablación empírica o la búsqueda y ablación de regiones de tipo *driver* de fibrilación auricular.
- El 73% de flúteres clínicos mapeables se localizaron en la aurícula izquierda, el 26% en la aurícula derecha y el 1% fueron biauriculares.
  - Fueron predictores independientes de flúter de localización izquierda el sexo femenino, la diabetes y el antecedente de fibrilación auricular; fue predictor independiente de flúter de localización derecha el antecedente de cardiopatía congénita.
- El 60% de los flúteres clínicos mapeables tuvieron un mecanismo macrorretrante, siendo el resto reentradas localizadas. La mayoría de ellos recibieron, en consonancia, una ablación lineal para su terminación.
  - El 16% de los flúteres mostraron un comportamiento en “figura de 8”.
- El 35% de los flúteres izquierdos fueron perimitrales (incluyendo figuras de 8 con las venas pulmonares) y el 25% perivenas pulmonares. El 35% de los flúteres derechos fueron incisionales.
- Se logró la terminación de la taquicardia clínica en el 93% de los pacientes remitidos a ablación y en el 98% de pacientes con flúteres mapeables.

- Tras la terminación de la taquicardia clínica, se indujeron otros flúteres mapeables en el 61% de la población, con una mediana de 2 flúteres por paciente y un máximo de 8 flúteres mapeados en un mismo paciente.
- En el 17% de los procedimientos se indujeron arritmias no mapeables (por cambios contantes en la secuencia de activación o paso a fibrilación auricular).
- En el 89% de los pacientes remitidos a ablación y en el 92% de los que fueron mapeables se alcanzó el éxito final del procedimiento, entendido como la terminación de todas las arritmias mediante ablación hasta lograr ritmo sinusal sin necesidad de cardioversión.
  - Fueron predictores de éxito final el menor volumen auricular izquierdo y la no inducción de arritmias sostenidas no mapeables.
  - No hubo diferencias en este *end-point* entre los diferentes grupos preespecificados.
- Hubo una tasa de 6.2% de complicaciones mayores, entre las que destaca el derrame pericárdico, y un 2.6% de complicaciones menores.
  - No se encontraron predictores de complicación ni diferencias entre grupos.
- El 28% de los pacientes recurrieron en los 3 primeros meses tras el procedimiento (fase de *blanking*).
  - La inducción de otros flúteres mapeables distintos al clínico y el no éxito final del procedimiento fueron predictores de recurrencia en este período.
  - No hubo diferencias en la aparición de recurrencias en *blanking* entre los distintos subgrupos.
- El 30% de los pacientes recurrieron en el primer año, fuera de la fase de *blanking*.
  - La edad mayor de 80 años y las recurrencias en fase de *blanking* fueron predictores de este fenómeno.
  - El grupo de pacientes con atriopatía primara presentaron menor supervivencia libre de recurrencias en el primer año fuera de *blanking* (58%) que el resto de los grupos (71-74%).

- Tras una mediana de seguimiento de 32 meses, el 50% de los pacientes presentaron alguna recurrencia.
  - El antecedente de fibrilación auricular previa, vasculopatía, el no empleo de catéteres con sensor de fuerza de contacto y la recurrencia en fase de *blanking* resultaron predictores.
  
- El 19% de pacientes evolucionaron hacia arritmia auricular permanente.
  - La edad, el diámetro auricular izquierdo y la recurrencia en fase de *blanking* fueron predictores independientes de este fenómeno.
  - Los pacientes con cardiopatía congénita mostraron una menor tasa de evolución a arritmia auricular permanente (3%) que el resto (19-29%).



## Bibliografía

1. Saoudi N, Cosío F, Waldo A, Chen SA, Iesaka Y, Lesh M, et al. A classification of atrial flutter and regular atrial tachycardia according to electrophysiological mechanisms and anatomical bases; a Statement from a Joint Expert Group from The Working Group of Arrhythmias of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Eur Heart J*. Julio de 2001;22(14):1162-82.
2. Callans D. *Josephson's Clinical Cardiac Electrophysiology: Techniques and Interpretations*. Wolters Kluwer Health; 2020. 1893 p.
3. Garcia F, Enriquez A, Arroyo A, Supple G, Marchlinski F, Saenz L. Roof-dependent atrial flutter with an epicardial component: Role of the septopulmonary bundle. *J Cardiovasc Electrophysiol*. julio de 2019;30(7):1159-63.
4. Chik WWB, Chan JK, Ross DL, Wagstaff J, Kizana E, Thiagalingam A, et al. Atrial tachycardias utilizing the Ligament of Marshall region following single ring pulmonary vein isolation for atrial fibrillation. *Pacing Clin Electrophysiol PACE*. septiembre de 2014;37(9):1149-58.
5. Kitamura T, Martin R, Denis A, Takigawa M, Duparc A, Rollin A, et al. Characteristics of Single-Loop Macroreentrant Batrial Tachycardia Diagnosed by Ultrahigh-Resolution Mapping System. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. febrero de 2018;11(2):e005558.
6. Lowie L, Van Nieuwenhuysse E, Sanchez J, Panfilov A, Knecht S, Duytschaever M, et al. Determination of dominant loop in dual loop atrial tachycardia with direct graph mapping: an alternative for entrainment mapping? *EP Eur* [Internet]. 1 de mayo de 2021 [citado 20 de septiembre de 2021];23(Supplement\_3). Disponible en: <https://doi.org/10.1093/europace/euab116.556>

7. Yokokawa M, Latchamsetty R, Ghanbari H, Belardi D, Makkar A, Roberts B, et al. Characteristics of atrial tachycardia due to small vs large reentrant circuits after ablation of persistent atrial fibrillation. *Heart Rhythm*. Abril de 2013;10(4):469-76.
8. Heck PM, Rosso R, Kistler PM. The challenging face of focal atrial tachycardia in the post AF ablation era. *J Cardiovasc Electrophysiol*. Julio de 2011;22(7):832-8.
9. Jais P, Matsuo S, Knecht S, Weerasooriya R, Hocini M, Sacher F, et al. A deductive mapping strategy for atrial tachycardia following atrial fibrillation ablation: importance of localized reentry. *J Cardiovasc Electrophysiol*. mayo de 2009;20(5):480-91.
10. Anguera I, Cano Pérez Ó, Bazán V, Spanish catheter ablation registry collaborators. Spanish catheter ablation registry. 21st official report of the Heart Rhythm Association of the Spanish Society of Cardiology (2021). *Rev Española Cardiol Engl Ed*. diciembre de 2022;75(12):1029-39.
11. Castrejón-Castrejón S, Ortega M, Pérez-Silva A, Doiny D, Estrada A, Filgueiras D, et al. Organized atrial tachycardias after atrial fibrillation ablation. *Cardiol Res Pract*. 2011;2011:957538.
12. Peng X, Wang S, Ju W, Yang G, Gu K, Liu H, et al. Right atrial tachycardia after atrial fibrillation ablation: prevalence, clinical characteristics, electrophysiological mechanisms, and long-term outcomes. *J Interv Card Electrophysiol Int J Arrhythm Pacing*. 24 de enero de 2023;
13. Schaeffer Benjamin, Akbulak Ruken Ö., Jularic Mario, Moser Julia, Eickholt Christian, Schwarzl Jana M., et al. High-Density Mapping and Ablation of Primary Nonfocal Left Atrial Tachycardia. *JACC Clin Electrophysiol*. 1 de abril de 2019;5(4):417-26.
14. Medi C, Kalman JM. Prediction of the atrial flutter circuit location from the surface electrocardiogram. *Eur Eur Pacing Arrhythm Card Electrophysiol J Work Groups Card Pacing Arrhythm Card Cell Electrophysiol Eur Soc Cardiol*. Julio de 2008;10(7):786-96.

15. Bun SS, Latcu DG, Marchlinski F, Saoudi N. Atrial flutter: more than just one of a kind. *Eur Heart J*. 14 de septiembre de 2015;36(35):2356-63.
16. Yuniadi Y, Tai CT, Lee KT, Huang BH, Lin YJ, Higa S, et al. A new electrocardiographic algorithm to differentiate upper loop re-entry from reverse typical atrial flutter. *J Am Coll Cardiol*. 2 de agosto de 2005;46(3):524-8.
17. Casado Arroyo R, Lațcu DG, Maeda S, Kubala M, Santangeli P, Garcia FC, et al. Coronary Sinus Activation and ECG Characteristics of Roof-Dependent Left Atrial Flutter After Pulmonary Vein Isolation. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. Junio de 2018;11(6): e005948.
18. Brugada J, Katrišis DG, Arbelo E, Arribas F, Bax JJ, Blomström-Lundqvist C, et al. 2019 ESC Guidelines for the management of patients with supraventricular tachycardia. The Task Force for the management of patients with supraventricular tachycardia of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 1 de febrero de 2020;41(5):655-720.
19. Garcia R, Waldmann V, Vanduyhoven P, Nesti M, Jansen de Oliveira Figueiredo M, Narayanan K, et al. Worldwide sedation strategies for atrial fibrillation ablation: current status and evolution over the last decade. *Eur Eur Pacing Arrhythm Card Electrophysiol J Work Groups Card Pacing Arrhythm Card Cell Electrophysiol Eur Soc Cardiol*. 7 de diciembre de 2021;23(12):2039-45.
20. Waldo AL, Plumb VJ, Arciniegas JG, MacLean WA, Cooper TB, Priest MF, et al. Transient entrainment and interruption of the atrioventricular bypass pathway type of paroxysmal atrial tachycardia. A model for understanding and identifying reentrant arrhythmias. *Circulation*. Enero de 1983;67(1):73-83.
21. Barbhaiya CR, Kumar S, Ng J, Tedrow U, Koplan B, John R, et al. Overdrive pacing from downstream sites on multielectrode catheters to rapidly detect fusion and to diagnose macroreentrant atrial arrhythmias. *Circulation*. 17 de junio de 2014;129(24):2503-10.

22. Pascale P, Shah AJ, Roten L, Scherr D, Komatsu Y, Jadidi AS, et al. Pattern and timing of the coronary sinus activation to guide rapid diagnosis of atrial tachycardia after atrial fibrillation ablation. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. Junio de 2013;6(3):481-90.
23. Burri H, Zimmermann M, Sunthorn H, Al-Jefairi N, Trentaz F, Stettler C, et al. Noninvasive pacing study via pacemakers and implantable cardioverter-defibrillators for differentiating right from left atrial flutter. *Heart Rhythm*. Junio de 2015;12(6):1221-6.
24. Miyazaki H, Stevenson WG, Stephenson K, Soejima K, Epstein LM. Entrainment mapping for rapid distinction of left and right atrial tachycardias. *Heart Rhythm*. mayo de 2006;3(5):516-23.
25. Hirai Y, Nakano Y, Yamamoto H, Ogi H, Yamamoto Y, Suenari K, et al. Pulmonary artery mapping for differential diagnosis of left-sided atrial tachycardia. *Circ J Off J Jpn Circ Soc*. 2013;77(2):345-51.
26. Kapa S, Desjardins B, Callans DJ, Marchlinski FE, Dixit S. Contact electroanatomic mapping derived voltage criteria for characterizing left atrial scar in patients undergoing ablation for atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol*. octubre de 2014;25(10):1044-52.
27. Yagishita A, DE Oliveira S, Cakulev I, Gimbel JR, Sparano D, Manyam H, et al. Correlation of Left Atrial Voltage Distribution Between Sinus Rhythm and Atrial Fibrillation: Identifying Structural Remodeling by 3-D Electroanatomic Mapping Irrespective of the Rhythm. *J Cardiovasc Electrophysiol*. Agosto de 2016;27(8):905-12.
28. Herczeg S, Walsh K, Keaney JJ, Keelan E, Travers J, Szeplaki G, et al. Quantitative assessment of left atrial scar using high-density voltage mapping and a novel automated voltage analysis tool. *J Interv Card Electrophysiol*. 1 de octubre de 2020;59(1):5-12.

29. Zghaib T, Keramati A, Chrispin J, Huang D, Balouch MA, Ciuffo L, et al. Multimodal Examination of Atrial Fibrillation Substrate: Correlation of Left Atrial Bipolar Voltage Using Multi-Electrode Fast Automated Mapping, Point-by-Point Mapping, and Magnetic Resonance Image Intensity Ratio. *JACC Clin Electrophysiol.* Enero de 2018;4(1):59-68.
30. Bijvoet GP, Nies HMJM, Holtackers RJ, Linz D, Adriaans BP, Nijveldt R, et al. Correlation between Cardiac MRI and Voltage Mapping in Evaluating Atrial Fibrosis: A Systematic Review. *Radiol Cardiothorac Imaging.* 13 de octubre de 2022;4(5):e220061.
31. Rodríguez Font E, Alonso-Martín C, Guerra JM, Campos García B, Méndez Zurita F, Alcalde Rodríguez O, et al. From High-Density Mapping to Low-Density Mapping: Outlining the Active Circuit in Complex Atrial Re-Entrant Tachycardias. *JACC Clin Electrophysiol.* mayo de 2020;6(5):523-32.
32. De Ponti R, Verlato R, Bertaglia E, Del Greco M, Fusco A, Bottoni N, et al. Treatment of macro-re-entrant atrial tachycardia based on electroanatomic mapping: identification and ablation of the mid-diastolic isthmus. *EP Eur.* 1 de julio de 2007;9(7):449-57.
33. Rav-Acha M, Ng CY, Heist EK, Rozen G, Chalhoub F, Kostis WJ, et al. A Novel Annotation Technique During Mapping to Facilitate the Termination of Atrial Tachycardia Following Ablation for Atrial Fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol.* Noviembre de 2016;27(11):1274-81.
34. Esato M, Hindricks G, Sommer P, Arya A, Gaspar T, Bode K, et al. Color-coded three-dimensional entrainment mapping for analysis and treatment of atrial macroreentrant tachycardia. *Heart Rhythm.* Marzo de 2009;6(3):349-58.
35. Shah D, Sunthorn H, Burri H, Gentil-Baron P, Pruvot E, Schlaepfer J, et al. Narrow, Slow-Conducting Isthmus Dependent Left Atrial Reentry Developing After Ablation for Atrial Fibrillation: ECG Characterization and Elimination by Focal RF Ablation. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2006;17(5):508-15.

36. Wo HT, Wen MS, Chang PC, Chou CC, Wang CC, Yeh SJ, et al. Successful Treatment of Macroreentrant Atrial Tachycardia by Radiofrequency Ablation Targeting Channels with Continuous Activation. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2014;37(8):927-37.
37. Franco E, Lozano Granero C, Matía R, Hernández-Madrid A, Sánchez I, Zamorano JL, et al. High-density mapping with fragmentation analysis in patients with reentrant atrial tachycardias (MAP-FLURHY study). *J Interv Card Electrophysiol Int J Arrhythm Pacing*. 16 de junio de 2021.
38. Marchlinski F, Callans D, Gottlieb C, Rodriguez E, Coyne R, Kleinman D. Magnetic electroanatomical mapping for ablation of focal atrial tachycardias. *Pacing Clin Electrophysiol PACE*. Agosto de 1998;21(8):1621-35.
39. Nademanee K, Kosar EM. A nonfluoroscopic catheter-based mapping technique to ablate focal ventricular tachycardia. *Pacing Clin Electrophysiol PACE*. Julio de 1998;21(7):1442-7.
40. Stevenson WG, Delacretaz E, Friedman PL, Ellison KE. Identification and ablation of macroreentrant ventricular tachycardia with the CARTO electroanatomical mapping system. *Pacing Clin Electrophysiol PACE*. Julio de 1998;21(7):1448-56.
41. Callans DJ, Ren JF, Michele J, Marchlinski FE, Dillon SM. Electroanatomic left ventricular mapping in the porcine model of healed anterior myocardial infarction. Correlation with intracardiac echocardiography and pathological analysis. *Circulation*. 19 de octubre de 1999;100(16):1744-50.
42. Patel AM, d'Avila A, Neuzil P, Kim SJ, Mela T, Singh JP, et al. Atrial tachycardia after ablation of persistent atrial fibrillation: identification of the critical isthmus with a combination of multielectrode activation mapping and targeted entrainment mapping. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. Abril de 2008;1(1):14-22.
43. Linton NWF, Koa-Wing M, Francis DP, Kojodjojo P, Lim PB, Salukhe TV, et al. Cardiac ripple mapping: a novel three-dimensional visualization method for use with

- electroanatomic mapping of cardiac arrhythmias. *Heart Rhythm*. Diciembre de 2009;6(12):1754-62.
44. Sohns C, Saguner AM, Lemes C, Santoro F, Mathew S, Heeger C, et al. First clinical experience using a novel high-resolution electroanatomical mapping system for left atrial ablation procedures. *Clin Res Cardiol Off J Ger Card Soc*. Diciembre de 2016;105(12):992-1002.
45. Tschabrunn CM, Roujol S, Dorman NC, Nezafat R, Josephson ME, Anter E. High-Resolution Mapping of Ventricular Scar: Comparison between Single and Multi-Electrode Catheters. *Circ Arrhythm Electrophysiol* [Internet]. Junio de 2016 [citado 14 de noviembre de 2020];9(6). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4911826/>
46. Kottkamp H. Human atrial fibrillation substrate: towards a specific fibrotic atrial cardiomyopathy. *Eur Heart J*. 14 de septiembre de 2013;34(35):2731-8.
47. Harrison JL, Jensen HK, Peel SA, Chiribiri A, Grøndal AK, Bloch LØ, et al. Cardiac magnetic resonance and electroanatomical mapping of acute and chronic atrial ablation injury: a histological validation study. *Eur Heart J*. 7 de junio de 2014;35(22):1486-95.
48. Blandino A, Bianchi F, Grossi S, Biondi-Zoccai G, Conte MR, Gaido L, et al. Left Atrial Substrate Modification Targeting Low-Voltage Areas for Catheter Ablation of Atrial Fibrillation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2017;40(2):199-212.
49. Huo Y, Gaspar T, Schönbauer R, Wójcik M, Fiedler L, Roithinger FX, et al. Low-Voltage Myocardium-Guided Ablation Trial of Persistent Atrial Fibrillation. *NEJM Evid*. 25 de octubre de 2022;1(11): EVIDoa2200141.
50. Massé S, Magtibay K, Jackson N, Asta J, Kusha M, Zhang B, et al. Resolving Myocardial Activation With Novel Omnipolar Electrograms. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. Julio de 2016;9(7): e004107.

51. Rodríguez-Mañero M, Valderrábano M, Baluja A, Kreidieh O, Martínez-Sande JL, García-Seara J, et al. Validating Left Atrial Low Voltage Areas During Atrial Fibrillation and Atrial Flutter Using Multielectrode Automated Electroanatomic Mapping. *JACC Clin Electrophysiol.* 1 de diciembre de 2018;4(12):1541-52.
52. Bradfield JS, Huang W, Tung R, Buch E, Okhovat JP, Fujimura O, et al. Tissue voltage discordance during tachycardia versus sinus rhythm: Implications for catheter ablation. *Heart Rhythm.* 1 de junio de 2013;10(6):800-4.
53. Miyamoto K, Tsuchiya T, Narita S, Yamaguchi T, Nagamoto Y, Ando S ichi, et al. Bipolar electrogram amplitudes in the left atrium are related to local conduction velocity in patients with atrial fibrillation. *EP Eur.* 1 de diciembre de 2009;11(12):1597-605.
54. Honarbakhsh S, Schilling RJ, Orini M, Providencia R, Finlay M, Keating E, et al. Left atrial scarring and conduction velocity dynamics: Rate dependent conduction slowing predicts sites of localized reentrant atrial tachycardias. *Int J Cardiol.* 1 de marzo de 2019; 278:114-9.
55. Ramirez FD, Meo M, Dallet C, Krisai P, Vlachos K, Frontera A, et al. High-resolution mapping of reentrant atrial tachycardias: Relevance of low bipolar voltage. *Heart Rhythm.* 1 de marzo de 2023;20(3):430-7.
56. Yavin H, Younis A, Zilberman I, Krywaczyk A, Bubar ZP, Higuchi K, et al. Atrial Endocardial Unipolar Voltage Mapping for Detection of Viable Intramural Myocardium: A Proof-of-Concept Study. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* Enero de 2023;16(1): e011321.
57. Anter E, Tschabrunn CM, Josephson ME. High-resolution mapping of scar-related atrial arrhythmias using smaller electrodes with closer interelectrode spacing. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* junio de 2015;8(3):537-45.
58. Franco E, Lozano Granero C, Matía R, Hernández-Madrid A, Sánchez I, Zamorano JL, et al. High-density mapping with fragmentation analysis in patients with reentrant

- atrial tachycardias (MAP-FLURHY study). *J Interv Card Electrophysiol Int J Arrhythm Pacing*. 16 de junio de 2021;
59. Franco E, Lozano Granero C, Cortez-Dias N, Nakar E, Segev M, Matía R, et al. Automatic identification of areas with low-voltage fragmented electrograms for the detection of the critical isthmus of atypical atrial flutters. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2023;34(2):356-65.
60. Franco E, Lozano Granero C, Matía R, Hernández-Madrid A, Sánchez Pérez I, Zamorano JL, et al. Stabilization of unstable reentrant atrial tachycardias via fractionated continuous electrical activity ablation (CHAOS study). *Cardiol J*. 17 de mayo de 2022;
61. Takigawa M, Derval N, Frontera A, Martin R, Yamashita S, Cheniti G, et al. Revisiting anatomic macroreentrant tachycardia after atrial fibrillation ablation using ultrahigh-resolution mapping: Implications for ablation. *Heart Rhythm*. 1 de marzo de 2018;15(3):326-33.
62. Balt JC, Klaver MN, Mahmoodi BK, van Dijk VF, Wijffels MCEF, Boersma LVA. High-density versus low-density mapping in ablation of atypical atrial flutter. *J Interv Card Electrophysiol*. 1 de diciembre de 2021;62(3):587-99.
63. Aldaas OM, Lupercio F, Lin AY, Han FT, Hoffmayer KS, Raissi F, et al. Ablation of mitral annular flutter ablation utilizing a left atrial anterior line versus a lateral mitral isthmus line: a systematic review and meta-analysis. *J Interv Card Electrophysiol* [Internet]. 4 de febrero de 2021 [citado 19 de septiembre de 2021]; Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10840-021-00943-x>
64. Tzeis S, Luik A, Jilek C, Schmitt C, Estner HL, Wu J, et al. The Modified Anterior Line: An Alternative Linear Lesion in Perimitral Flutter. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2010;21(6):665-70.

65. Maurer T, Metzner A, Ho SY, Wohlmuth P, Reißmann B, Heeger C, et al. Catheter Ablation of the Superolateral Mitral Isthmus Line. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 1 de octubre de 2017;10(10): e005191.
66. Abi-Saleh B, Skouri H, Cantillon DJ, Fowler J, Wazni O, Tchou P, et al. Efficacy of ablation at the anteroseptal line for the treatment of perimitral flutter. *J Arrhythmia.* diciembre de 2015;31(6):359-63.
67. Maheshwari A, Shirai Y, Hyman MC, Arkles JS, Santangeli P, Schaller RD, et al. Septal Versus Lateral Mitral Isthmus Ablation for Treatment of Mitral Annular Flutter. *JACC Clin Electrophysiol.* 1 de noviembre de 2019;5(11):1292-9.
68. Kumar S, Barbhaiya CR, Baldinger SH, Koplan BA, Maytin M, Epstein LM, et al. Epicardial Phrenic Nerve Displacement During Catheter Ablation of Atrial and Ventricular Arrhythmias. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* Agosto de 2015;8(4):896-904.
69. Real-Time Monitoring of Luminal Esophageal Temperature During Left Atrial Radiofrequency Catheter Ablation for Atrial Fibrillation: Observations About Esophageal Heating During Ablation at the Pulmonary Vein Ostia and Posterior Left Atrium - PERZANOWSKI - 2006 - *Journal of Cardiovascular Electrophysiology* - Wiley Online Library [Internet]. [citado 2 de abril de 2023]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1540-8167.2005.00333.x>
70. Hunter DW, Kostecki G, Fish JM, Jensen JA, Tandri H. In Vitro Cell Selectivity of Reversible and Irreversible: Electroporation in Cardiac Tissue. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* abril de 2021;14(4): e008817.
71. Bradley CJ, Haines DE. Pulsed field ablation for pulmonary vein isolation in the treatment of atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2020;31(8):2136-47.
72. Gunawardene MA, Schaeffer BN, Jularic M, Eickholt C, Akbulak RÖ, Hedenus K, et al. Pulsed field ablation in patients with complex consecutive atrial tachycardia in conjunction with ultra-high-density mapping: Proof of concept. *J Cardiovasc Electrophysiol.* diciembre de 2022;33(12):2431-43.

73. Reddy VY, Neužil P, Peichl P, Rackauskas G, Anter E, Petru J, et al. A Lattice-Tip Temperature-Controlled Radiofrequency Ablation Catheter: Durability of Pulmonary Vein Isolation and Linear Lesion Block. *JACC Clin Electrophysiol*. Junio de 2020;6(6):623-35.
74. Issa Z, Miller J, Zipes D. *Clinical Arrhythmia and Electrophysiology: A Companion to Braunwald's Heart Disease*. Philadelphia: Elsevier; 2012.
75. Lehrmann H, Jadidi AS, Minners J, Chen J, Müller EB, Weber R, et al. Novel Electrocardiographic Criteria for Real-Time Assessment of Anterior Mitral Line Block. *JACC Clin Electrophysiol*. 1 de julio de 2018;4(7):920-32.
76. Triedman JK. Arrhythmias in adults with congenital heart disease. *Heart Br Card Soc*. Abril de 2002;87(4):383-9.
77. Franco E, Sánchez I, Vázquez Martínez JL, Moreno J. Ventricular Fibrillation Caused by 1:1 Atrial Flutter. *J Cardiovasc Electrophysiol*. diciembre de 2016;27(12):1488-9.
78. Ávila P, Oliver JM, Gallego P, González-García A, Rodríguez-Puras MJ, Cambronero E, et al. Natural History and Clinical Predictors of Atrial Tachycardia in Adults With Congenital Heart Disease. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 1 de septiembre de 2017;10(9): e005396.
79. Chan DP, Van Hare GF, Mackall JA, Carlson MD, Waldo AL. Importance of atrial flutter isthmus in postoperative intra-atrial reentrant tachycardia. *Circulation*. 12 de septiembre de 2000;102(11):1283-9.
80. Baumgartner H, De Backer J, Babu-Narayan SV, Budts W, Chessa M, Diller GP, et al. 2020 ESC Guidelines for the management of adult congenital heart disease. *Eur Heart J*. 11 de febrero de 2021;42(6):563-645.
81. Zrenner B, Dong J, Schreieck J, Ndrepepa G, Meisner H, Kaemmerer H, et al. Delineation of intra-atrial reentrant tachycardia circuits after mustard operation for transposition of the great arteries using biatrial electroanatomic mapping and

- entrainment mapping. *J Cardiovasc Electrophysiol*. Diciembre de 2003;14(12):1302-10.
82. Baruteau A, Abrams DJ, Ho SY, Thambo J, McLeod CJ, Shah MJ. Cardiac Conduction System in Congenitally Corrected Transposition of the Great Arteries and Its Clinical Relevance. *J Am Heart Assoc Cardiovasc Cerebrovasc Dis*. 21 de diciembre de 2017;6(12): e007759.
83. Moreno J, Franco E, Sánchez I. Macroreentrant atrial tachycardia around the native common atrioventricular valve in a surgically corrected complete atrioventricular septal defect. *EP Eur*. 1 de septiembre de 2017;19(9):1438.
84. Chae S, Oral H, Good E, Dey S, Wimmer A, Crawford T, et al. Atrial tachycardia after circumferential pulmonary vein ablation of atrial fibrillation: mechanistic insights, results of catheter ablation, and risk factors for recurrence. *J Am Coll Cardiol*. 30 de octubre de 2007;50(18):1781-7.
85. Wieczorek M, Hoeltgen R. Right atrial tachycardias related to regions of low-voltage myocardium in patients without prior cardiac surgery: catheter ablation and follow-up results. *EP Eur*. 1 de noviembre de 2013;15(11):1642-50.
86. Coffey JO, d'Avila A, Dukkipati S, Danik SB, Gangireddy SR, Koruth JS, et al. Catheter ablation of scar-related atypical atrial flutter. *EP Eur*. 1 de marzo de 2013;15(3):414-9.
87. Scaglione M, Caponi D, Ebrille E, Di Donna P, Di Clemente F, Battaglia A, et al. Very long-term results of electroanatomic-guided radiofrequency ablation of atrial arrhythmias in patients with surgically corrected atrial septal defect. *EP Eur*. 1 de diciembre de 2014;16(12):1800-7.
88. Ammar S, Luik A, Hessling G, Bruhm A, Reents T, Semmler V, et al. Ablation of perimitral flutter: acute and long-term success of the modified anterior line. *Eur Eur Pacing Arrhythm Card Electrophysiol J Work Groups Card Pacing Arrhythm Card Cell Electrophysiol Eur Soc Cardiol*. Marzo de 2015;17(3):447-52.

89. Winkle RA, Moskovitz R, Mead RH, Engel G, Kong MH, Fleming W, et al. Ablation of atypical atrial flutters using ultra high density-activation sequence mapping. *J Interv Card Electrophysiol*. 2017;48(2):177-84.
90. Sundaram S, Choe W, Ryan Jordan J, Mullins N, Boorman C, Kessler EJ, et al. Catheter ablation of atypical atrial flutter: a novel 3D anatomic mapping approach to quickly localize and terminate atypical atrial flutter. *J Interv Card Electrophysiol Int J Arrhythm Pacing*. Septiembre de 2017;49(3):307-18.
91. Giehm-Reese M, Lukac P, Kristiansen SB, Jensen HK, Gerdes C, Kristensen J, et al. Outcome after catheter ablation for left atrial flutter. *Scand Cardiovasc J SCJ*. Junio de 2019;53(3):133-40.
92. Siebermair J, Kochhäuser S, Kupusovic J, Köhler MI, Pesch E, Vonderlin N, et al. Impact of previous left atrial ablation procedures on the mechanism of left atrial flutter: A single-centre experience. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2020;31(7):1631-9.
93. Derval N, Takigawa M, Frontera A, Mahida S, Konstantinos V, Denis A, et al. Characterization of Complex Atrial Tachycardia in Patients With Previous Atrial Interventions Using High-Resolution Mapping. *JACC Clin Electrophysiol*. Julio de 2020;6(7):815-26.
94. Di Cori A, Mazzocchetti L, Parollo M, Della Volpe S, Barletta V, Cellamaro T, et al. Clinical impact of high density mapping in atypical atrial flutters ablation: outlining critical circuits in complex atrial tachycardias. *Eur Heart J*. 1 de octubre de 2021;42(Supplement\_1): ehab724.0389.
95. Raymond-Paquin A, Pillai A, Myadam R, Mankad P, Lovejoy S, Koneru JN, et al. Atypical atrial flutter catheter ablation in the era of high-density mapping. *J Interv Card Electrophysiol Int J Arrhythm Pacing*. 16 de enero de 2023;
96. García-Fernández FJ, Ibáñez Criado JL, Quesada Dorador A. Registro Español de Ablación con Catéter. XVII Informe Oficial de la Sección de Electrofisiología y

Arritmias de la Sociedad Española de Cardiología (2017). Rev Esp Cardiol. 1 de noviembre de 2018;71(11):941-51.

97. Anter E, McElderry TH, Contreras-Valdes FM, Li J, Tung P, Leshem E, et al. Evaluation of a novel high-resolution mapping technology for ablation of recurrent scar-related atrial tachycardias. *Heart Rhythm*. Octubre de 2016;13(10):2048-55.
98. Winkle RA, Moskovitz R, Mead RH, Engel G, Kong MH, Fleming W, et al. Ablation of atypical atrial flutters using ultra high density-activation sequence mapping. *J Interv Card Electrophysiol*. 2017;48(2):177-84.
99. Kueffer T, Seiler J, Madaffari A, Mühl A, Asatryan B, Stettler R, et al. Pulsed-field ablation for the treatment of left atrial reentry tachycardia. *J Interv Card Electrophysiol Int J Arrhythm Pacing*. 11 de diciembre de 2022.
100. Chikata A, Kato T, Sakagami S, Kato C, Saeki T, Kawai K, et al. Optimal Force–Time Integral for Pulmonary Vein Isolation According to Anatomical Wall Thickness Under the Ablation Line. *J Am Heart Assoc*. 5(3): e003155.
101. Beinart R, Abbara S, Blum A, Ferencik M, Heist K, Ruskin J, et al. Left atrial wall thickness variability measured by CT scans in patients undergoing pulmonary vein isolation. *J Cardiovasc Electrophysiol*. Noviembre de 2011;22(11):1232-6.
102. de Groot NMS, Atary JZ, Blom NA, Schalij MJ. Long-Term Outcome After Ablative Therapy of Postoperative Atrial Tachyarrhythmia in Patients With Congenital Heart Disease and Characteristics of Atrial Tachyarrhythmia Recurrences. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 1 de abril de 2010;3(2):148-54.
103. Triedman JK, Alexander ME, Love BA, Collins KK, Berul CI, Bevilacqua LM, et al. Influence of patient factors and ablative technologies on outcomes of radiofrequency ablation of intra-atrial re-entrant tachycardia in patients with congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol*. 5 de junio de 2002;39(11):1827-35.
104. Anguera I, Dallaglio P, Macías R, Jiménez-Candil J, Peinado R, García-Seara J, et al. Long-Term Outcome After Ablation of Right Atrial Tachyarrhythmias After the

Surgical Repair of Congenital and Acquired Heart Disease. *Am J Cardiol.* 15 de junio de 2015;115(12):1705-13.

105. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr Off Publ Am Soc Echocardiogr.* Enero de 2015;28(1):1-39. e14.
106. Williams EMV. A Classification of Antiarrhythmic Actions Reassessed After a Decade of New Drugs. *J Clin Pharmacol.* 1984;24(4):129-47.
107. Rang HP, Dale MM, editores. Corazón. En: Rang and Dale's pharmacology: online access + interactive extras; studentconsult.com. 6. ed., reprint. Philadelphia, Pa: Churchill Livingstone, Elsevier; 2008. p. 277-97.
108. Vano E, Soto JM, Sanchez RM, Morón JI. Diagnostic reference levels in interventional radiology. *Radiología.* 7 de noviembre de 2013;55.
109. Kitamura T, Martin R, Denis A, Takigawa M, Duparc A, Rollin A, et al. Characteristics of Single-Loop Macroreentrant Batrial Tachycardia Diagnosed by Ultrahigh-Resolution Mapping System. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* Febrero de 2018;11(2): e005558.
110. Pedrote A, Fontenla A, García-Fernández J. Registro Español de Ablación con Catéter. XV Informe Oficial de la Sección de Electrofisiología y Arritmias de la Sociedad Española de Cardiología (2015). *Rev Esp Cardiol.* 1 de noviembre de 2016;69(11):1061-70.
111. Fontenla A, García-Fernández J, Ibáñez JL. Registro Español de Ablación con Catéter. XVI Informe Oficial de la Sección de Electrofisiología y Arritmias de la Sociedad Española de Cardiología (2016). *Rev Esp Cardiol.* 1 de noviembre de 2017;70(11):971-82.

112. Ibáñez Criado JL, Quesada A, Cózar R. Registro Español de Ablación con Catéter. XVIII Informe Oficial de la Sección de Electrofisiología y Arritmias de la Sociedad Española de Cardiología (2018). *Rev Esp Cardiol*. 1 de diciembre de 2019;72(12):1031-42.
113. Quesada A, Cózar R, Anguera I. Spanish Catheter Ablation Registry. 19th Official Report of the Heart Rhythm Association of the Spanish Society of Cardiology (2019). *Rev Esp Cardiol Engl Ed*. diciembre de 2020;73(12):1049-60.
114. Cózar León R, Anguera Camós I, Cano Pérez Ó. Registro Español de Ablación con Catéter. XX Informe Oficial de la Asociación del Ritmo Cardíaco de la Sociedad Española de Cardiología (2020). *Rev Esp Cardiol*. 1 de diciembre de 2021;74(12):1073-84.
115. Sawhney N, Anousheh R, Chen W, Feld GK. Circumferential Pulmonary Vein Ablation With Additional Linear Ablation Results in an Increased Incidence of Left Atrial Flutter Compared With Segmental Pulmonary Vein Isolation as an Initial Approach to Ablation of Paroxysmal Atrial Fibrillation. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. Junio de 2010;3(3):243-8.
116. Deisenhofer I, Estner H, Zrenner B, Schreieck J, Weyerbrock S, Hessling G, et al. Left atrial tachycardia after circumferential pulmonary vein ablation for atrial fibrillation: incidence, electrophysiological characteristics, and results of radiofrequency ablation. *Eur Eur Pacing Arrhythm Card Electrophysiol J Work Groups Card Pacing Arrhythm Card Cell Electrophysiol Eur Soc Cardiol*. Agosto de 2006;8(8):573-82.
117. Chugh SS, Havmoeller R, Narayanan K, Singh D, Rienstra M, Benjamin EJ, et al. Worldwide epidemiology of atrial fibrillation: a Global Burden of Disease 2010 Study. *Circulation*. 25 de febrero de 2014;129(8):837-47.
118. Lyan E, Yalin K, Abdin A, Sawan N, Liosis S, Lange SA, et al. Mechanism, underlying substrate and predictors of atrial tachycardia following atrial fibrillation

- ablation using the second-generation cryoballoon. *J Cardiol.* 1 de junio de 2019;73(6):497-506.
119. Memoria 2021. Hospital Universitario Ramón y Cajal. [Internet]. Comunidad de Madrid: Servicio Madrileño de Salud; 2022 oct [citado 9 de abril de 2023]. Disponible en:  
<https://www.comunidad.madrid/hospital/ramonycajal/sites/ramonycajal/files/2023-02/Memoria2021.pdf>
120. Observatorio de resultados - Portal de Salud de la Comunidad de Madrid [Internet]. [citado 9 de abril de 2023]. Disponible en:  
<http://observatorioresultados.sanidadmadrid.org/AtencionPrimariaFicha.aspx?ID=66>
121. Calcerrada Díaz-Santos N, Estirado Gómez A. Informe Anual del Sistema Nacional de Salud 2020-2021 [Internet]. Centro de Publicaciones Paseo del Prado, 18-20, 28014, Madrid.: Ministerio de Sanidad; 2022 abr [citado 9 de abril de 2023]. Disponible en:  
[https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/estadisticas/sisInfSanSNS/tablasEstadisticas/InfAnualSNS2020\\_21/INFORME\\_ANUAL\\_2020\\_21.pdf](https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/estadisticas/sisInfSanSNS/tablasEstadisticas/InfAnualSNS2020_21/INFORME_ANUAL_2020_21.pdf)
122. Single-Race Population Estimates [Internet]. [citado 9 de abril de 2023]. Disponible en: <https://wonder.cdc.gov/single-race-population.HTML>
123. Goette A, Kalman JM, Aguinaga L, Akar J, Cabrera JA, Chen SA, et al. EHRA/HRS/APHRS/SOLAECE expert consensus on atrial cardiomyopathies: definition, characterization, and clinical implication. *EP Eur.* 1 de octubre de 2016;18(10):1455-90.
124. Anyukhovskiy EP, Sosunov EA, Plotnikov A, Gainullin RZ, Jhang JS, Marboe CC, et al. Cellular electrophysiologic properties of old canine atria provide a substrate for arrhythmogenesis. *Cardiovasc Res.* mayo de 2002;54(2):462-9.

125. Anyukhovskiy EP, Sosunov EA, Chandra P, Rosen TS, Boyden PA, Danilo P, et al. Age-associated changes in electrophysiologic remodeling: a potential contributor to initiation of atrial fibrillation. *Cardiovasc Res.* 1 de mayo de 2005;66(2):353-63.
126. Kistler PM, Sanders P, Fynn SP, Stevenson IH, Spence SJ, Vohra JK, et al. Electrophysiologic and electroanatomic changes in the human atrium associated with age. *J Am Coll Cardiol.* 7 de julio de 2004;44(1):109-16.
127. Roberts-Thomson KC, Kistler PM, Sanders P, Morton JB, Haqqani HM, Stevenson I, et al. Fractionated atrial electrograms during sinus rhythm: relationship to age, voltage, and conduction velocity. *Heart Rhythm.* mayo de 2009;6(5):587-91.
128. Kojodjojo P, Kanagaratnam P, Markides V, Davies DW, Peters N. Age-related changes in human left and right atrial conduction. *J Cardiovasc Electrophysiol.* febrero de 2006;17(2):120-7.
129. Proyecciones de Población 2022-2072 [Internet]. Instituto Nacional de Estadística; 2022 oct [citado 9 de abril de 2023]. Disponible en: [https://www.ine.es/prensa/pp\\_2022\\_2072.pdf](https://www.ine.es/prensa/pp_2022_2072.pdf)
130. Cuerpo Caballero G, Carnero Alcázar M, López Menéndez J, Centella Hernández T, Polo López L, García Fuster R, et al. Cirugía cardiovascular en España en el año 2020. Registro de intervenciones de la Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular. *Cir Cardiovasc.* julio de 2022;29(4):207-20.
131. Almendarez M, Alvarez-Velasco R, Pascual I, Alperi A, Moris C, Avanzas P. Transseptal puncture: Review of anatomy, techniques, complications and challenges, a critical view. *Int J Cardiol.* 15 de marzo de 2022; 351:32-8.
132. Tamirisa KP, Dye C, Ekeruo I, Volgman AS. Atrial Fibrillation in Women: from Epidemiology to Treatment. *Curr Cardiovasc Risk Rep.* 1 de diciembre de 2022;16(12):207-17.

133. Fonseca AC, Marto JP, Alves PN, Inácio N, Viana-Baptista M, Pinho e Melo T, et al. Women Who Have Ischemic Strokes Have a Higher Burden of Left Atrial Fibrosis Than Men. *Stroke*. Noviembre de 2018;49(11):2584-9.
134. Seyed Ahmadi S, Svensson AM, Pivodic A, Rosengren A, Lind M. Risk of atrial fibrillation in persons with type 2 diabetes and the excess risk in relation to glycaemic control and renal function: a Swedish cohort study. *Cardiovasc Diabetol*. 18 de enero de 2020;19(1):9.
135. Tadic M, Cuspidi C. The influence of type 2 diabetes on left atrial remodeling. *Clin Cardiol*. enero de 2015;38(1):48-55.
136. Anguera I, Cano Pérez Ó, Bazán V. Registro español de ablación con catéter. XXI informe oficial de la Asociación del Ritmo Cardíaco de la Sociedad Española de Cardiología (2021). *Rev Esp Cardiol*. 1 de diciembre de 2022;75(12):1029-39.
137. Alipour P, Azizi Z, Pirbaglou M, Ritvo P, Pantano A, Verma A, et al. Defining Blanking Period Post-Pulmonary Vein Antrum Isolation. *JACC Clin Electrophysiol*. 1 de junio de 2017;3(6):568-76.
138. Calkins H, Hindricks G, Cappato R, Kim YH, Saad EB, Aguinaga L, et al. 2017 HRS/EHRA/ECAS/APHRS/SOLAECE expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation: Executive summary. *Eur Eur Pacing Arrhythm Card Electrophysiol J Work Groups Card Pacing Arrhythm Card Cell Electrophysiol Eur Soc Cardiol*. 1 de enero de 2018;20(1):157-208.
139. Andrade JG, Monir G, Pollak SJ, Khairy P, Dubuc M, Roy D, et al. Pulmonary vein isolation using «contact force» ablation: the effect on dormant conduction and long-term freedom from recurrent atrial fibrillation--a prospective study. *Heart Rhythm*. Noviembre de 2014;11(11):1919-24.
140. Bordignon S, Barra S, Providencia R, de Asmundis C, Marijon E, Farkowski MM, et al. The blanking period after atrial fibrillation ablation: an European Heart Rhythm

Association survey on contemporary definition and management. EP Eur. 6 de octubre de 2022;24(10):1684-90.

141. Das M, Wynn GJ, Morgan M, Lodge B, Waktare JEP, Todd DM, et al. Recurrence of atrial tachyarrhythmia during the second month of the blanking period is associated with more extensive pulmonary vein reconnection at repeat electrophysiology study. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. Agosto de 2015;8(4):846-52.
142. Granero VCL, Moreno Planas J, Matía Francés R, Hernández-Madrid A, Sánchez Pérez I, Zamorano Gómez JL, et al. 5013-3 - Recurrencia precoz en la ablación de flúter atípico: predictores y pronóstico a largo plazo. En: *Rev Esp Cardiol*. 2021. p. 656.
143. Baker BM, Lindsay BD, Bromberg BI, Frazier DW, Cain ME, Smith JM. Catheter ablation of clinical intraatrial reentrant tachycardias resulting from previous atrial surgery: localizing and transecting the critical isthmus. *J Am Coll Cardiol*. agosto de 1996;28(2):411-7.
144. Santangeli P, Zado ES, Garcia FC, Riley MP, Lin D, Frankel DS, et al. Lack of prognostic value of atrial arrhythmia inducibility and change in inducibility status after catheter ablation of atrial fibrillation. *Heart Rhythm*. mayo de 2018;15(5):660-5.
145. Haïssaguerre M, Sanders P, Hocini M, Hsu LF, Shah DC, Scavée C, et al. Changes in atrial fibrillation cycle length and inducibility during catheter ablation and their relation to outcome. *Circulation*. 22 de junio de 2004;109(24):3007-13.
146. Jaïs P, Hocini M, Sanders P, Hsu LF, Takahashi Y, Rotter M, et al. Long-term evaluation of atrial fibrillation ablation guided by noninducibility. *Heart Rhythm*. 1 de febrero de 2006;3(2):140-5.
147. Oral H, Chugh A, Lemola K, Cheung P, Hall B, Good E, et al. Noninducibility of atrial fibrillation as an end point of left atrial circumferential ablation for paroxysmal

- atrial fibrillation: a randomized study. *Circulation*. 2 de noviembre de 2004;110(18):2797-801.
148. Themistoclakis S, Schweikert RA, Saliba WI, Bonso A, Rossillo A, Bader G, et al. Clinical predictors and relationship between early and late atrial tachyarrhythmias after pulmonary vein antrum isolation. *Heart Rhythm*. 1 de mayo de 2008;5(5):679-85.
149. Bunch TJ, May HT, Bair TL, Jacobs V, Crandall BG, Cutler M, et al. The Impact of Age on 5-Year Outcomes After Atrial Fibrillation Catheter Ablation. *J Cardiovasc Electrophysiol*. Febrero de 2016;27(2):141-6.
150. Bahnson TD, Giczewska A, Mark DB, Russo AM, Monahan KH, Al-Khalidi HR, et al. Association Between Age and Outcomes of Catheter Ablation Versus Medical Therapy for Atrial Fibrillation: Results From the CABANA Trial. *Circulation*. 15 de marzo de 2022;145(11):796-804.
151. Metzner I, Wissner E, Tilz RR, Rillig A, Mathew S, Schmidt B, et al. Ablation of atrial fibrillation in patients  $\geq 75$  years: long-term clinical outcome and safety. *EP Eur*. 1 de abril de 2016;18(4):543-9.
152. Earley MJ, Abrams DJR, Staniforth AD, Sporton SC, Schilling RJ. Catheter ablation of permanent atrial fibrillation: medium term results. *Heart*. 1 de febrero de 2006;92(2):233-8.
153. Su WW, Reddy VY, Bhasin K, Champagne J, Sangrigoli RM, Braegelmann KM, et al. Cryoballoon ablation of pulmonary veins for persistent atrial fibrillation: Results from the multicenter STOP Persistent AF trial. *Heart Rhythm*. Noviembre de 2020;17(11):1841-7.
154. Chen X, Zhao J, Zhu K, Qin F, Liu H, Tao H. The Association Between Recurrence of Atrial Fibrillation and Revascularization in Patients With Coronary Artery Disease After Catheter Ablation. *Front Cardiovasc Med* [Internet]. 2021 [citado 13 de abril de

2023];8. Disponible en:

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fcvm.2021.756552>

155. Zhou X, Lv W, Zhang W, Ye Y, Li Y, Zhou Q, et al. Impact of contact force technology on reducing the recurrence and major complications of atrial fibrillation ablation: A systematic review and meta-analysis. *Anatol J Cardiol.* febrero de 2017;17(2):82-91.

## Anexos

- Anexo 1. Dictamen del Comité de Ética de la Investigación con Medicamentos del Hospital Universitario Ramón y Cajal
- Anexo 2. Conformidad de la dirección del Hospital Universitario Ramón y Cajal.
- Anexo 3. Franco E, Lozano Granero C, Matía R, Hernández-Madrid A, Sánchez I, Zamorano JL, Moreno J. High-density mapping with fragmentation analysis in patients with reentrant atrial tachycardias (MAP-FLURHY study). *J Interv Card Electrophysiol* 2022;63(3):513-522.
- Anexo 4. Franco E, Lozano Granero C, Cortez-Dias N, Nakad E, Segev M, Matía R, Hernández-Madrid A, Zamorano JL, Moreno J. Automatic identification of areas with low-voltage fragmented electrograms for the detection of the critical isthmus of atypical atrial flutters. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2023;34(2):356-365.
- Anexo 5. Franco E, Lozano Granero C, Matía R, Hernández-Madrid A, Sánchez Pérez I, Zamorano JL, Moreno J. Stabilization of unstable reentrant atrial tachycardias via fractionated continuous electrical activity ablation (CHAOS study). *Cardiol J* 2022; doi: 10.5603/CJ.a2022.0036. Epub ahead of print.
- Anexo 6. Lozano Granero VC, Franco Díez E, Rodríguez Muñoz D, Matía Francés R, Hernández-Madrid A, Sánchez Pérez I, Zamorano Gómez JL, Moreno Planas J. 6001-6 - Ablación de flutter perimitral mediante líneas mitrales anteriores: ¿quemando por el buen camino? *Rev Esp Cardiol* 2017;70(Supl 1):575.
- Anexo 7. Lozano-Granero C, Moreno J, Rodríguez Muñoz D, Matía R, Hernández Madrid A, Sánchez-Pérez I, Marco Del Castillo A, Zamorano JL, Franco E. P937 Sports-bra shaped macroreentrant atrial tachycardia: a common end for an uncommon circuit. *Europace* 2018;20(Supl 1): i184.

- Anexo 8. Lozano-Granero C, Moreno J, Rodriguez Munoz D, Matia R, Hernandez-Madrid A, Sanchez-Perez I, Marco Del Castillo A, Zamorano JL, Franco E. P905 Anterior mitral lines for perimitral flutter ablation: are we ablating down the right path? *Eur Heart J Sup* 2018;20(Supl 1): i174.
- Anexo 9. Lozano Granero C, Moreno Planas J, Rodríguez Muñoz D, Matía Francés R, Hernández-Madrid A, Sánchez Pérez I, Zamorano Gómez JL, Franco Díez E. 6001-13 - Ablación de flutter atípico en octogenarios: ¿a la tercera edad va la vencida? *Rev Esp Cardiol* 2018;71(Supl 1):666.
- Anexo 10. Lozano-Granero C, Moreno J, Matía R, Hernández-Madrid A, Sánchez Pérez I, Zamorano JL, Franco E. P2839. The golden age of ablation: results for atypical flutter ablation in the very elderly. *Eur Heart J* 2019;40(Supl 1): ehz748.1149.
- Anexo 11. Lozano Granero C, Franco Díez E, Matía Francés R, Hernández-Madrid A, Sánchez Pérez I, Zamorano Gómez JL, Moreno Planas J. 5022-8 - Resultados de la ablación de flutter atípico en la era del mapeo electroanatómico de alta densidad. *Rev Esp Cardiol* 2019;72(Supl 1):408.
- Anexo 12. Franco E, Lozano Granero C, Matía R, Hernández-Madrid A, Sánchez-Pérez I, Zamorano JL, Moreno J. MAPping with fragmentation analysis in patients with atypical atrial FLutter using the RHYthmia navigation system (MAP-FLURHY study). *Eur Heart J* 2020;41(Supl 2): ehaa946.0690.
- Anexo 13. Franco E, Lozano-Granero C, Matía R, Hernández-Madrid A, Sánchez-Pérez I, Zamorano JL, Moreno J. Stabilization of unstable reentrant atrial tachycardias via fractionated continuous electrical activity ablation (CHAOS study). *Europace* 2021;23(Supl 3): euab116.302.
- Anexo 14. Lozano Granero VC, Moreno Planas J, Matía Francés R, Hernández Madrid A, Sánchez Pérez I, Zamorano Gómez JL, Franco Díez E. 5013-3 - Recurrencia precoz en la ablación de flúter atípico: predictores y pronóstico a largo plazo. *Rev Esp Cardiol* 2021;74(Supl 1):656.

- Anexo 15. Lozano Granero VC, Franco Díez E, Matía Francés R, Hernández Madrid A, Sánchez Pérez I, Zamorano Gómez JL, Moreno Planas J. 6020-6 - Recurrencia más allá de un año tras ablación de flúter atípico: predictores y pronóstico. Rev Esp Cardiol 2022;75(Supl 1):388.



## **Anexo 1. Dictamen del Comité de Ética de la Investigación con Medicamentos del Hospital Universitario Ramón y Cajal**



## DICTAMEN DEL COMITE DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN CON MEDICAMENTOS

**D<sup>a</sup>. Itziar de Pablo López de Abechuco**, Secretaria del COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN CON MEDICAMENTOS DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO RAMÓN Y CAJAL

### CERTIFICA

Que se ha evaluado la propuesta referida al ESTUDIO:

TÍTULO:

### RESULTADOS DE LA ABLACIÓN DE FLÚTER ATÍPICO EN LA ERA DE LA NAVEGACIÓN CON MAPEO DE ALTA DENSIDAD (RAFAELA)

Protocolo versión de fecha 20 de Julio de 2021 tras aclaraciones cei.

- El estudio se plantea siguiendo los requisitos legalmente establecidos, y su realización es pertinente.
- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.
- El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto a los postulados éticos.
- La capacidad del investigador y sus colaboradores, y las instalaciones y medios disponibles, tal y como ha sido informado, son apropiados para llevar a cabo el estudio.
- El proceso de selección de los sujetos participantes es apropiado.
- Se considera adecuado el procedimiento previsto para información y obtención del consentimiento informado o, alternativamente, se acepta la exención de consentimiento propuesta para este estudio

Este CEIm actuando como comité evaluador, emite dictamen **FAVORABLE** y acepta que dicho estudio sea realizado en los centros siguientes por los investigadores principales que se relacionan a continuación:

**Dra. Cristina Lozano Granero / Hospital Universitario Ramón y Cajal.**

Y HACE CONSTAR QUE:

- 1° En la reunión celebrada el día **22/07/2021 ACTA 417** se decidió emitir el informe correspondiente al estudio de referencia.
- 2° En dicha reunión se cumplieron los requisitos establecidos en la legislación vigente y se cumplieron las normas de funcionamiento interno del Comité para que la decisión del citado CEIm sea válida.
- 3° El CEIm, tanto en su composición, como en los PNT cumple con las normas de BPC (E6 R2)
- 4° La composición actual del CEIm es la siguiente:

<b>PRESIDENTE</b>	Sonsoles Sancho García.	Oncología Radioterápica
<b>VICEPRESIDENTE</b>	M <sup>a</sup> Ángeles Gálvez	Farmacología Clínica. Miembro de la Comisión de Investigación.
<b>SECRETARIO TECNICO</b>	Itziar de Pablo López de Abechuco	Farmacología Clínica
<b>VOCALES</b>	M <sup>a</sup> Jesús Blanchard Rodríguez	Hematología
	Irene Cabrera Troye	Licenciada en Derecho. No vinculada laboralmente al Hospital. Miembro Lego, ajeno a la investigación biomédica/asistencia clínica. Experto

		en normativa de protección de datos. Representante del interés del paciente.
	Yolanda de Blas Fernández	DUE Servicio de Urgencias
	Guillermo García Ribas	Neurología
	Carmen Guillén Ponce	Oncología Médica.
	María Muñoz García	Farmacia Hospitalaria.
	Alfonso Muriel García	Bioestadística Clínica.
	Cristina Pueyo López	Farmacia hospitalaria y Máster de Bioética. Miembro del Comité de Ética Asistencial
	Carmen Ruiz Ballesteros	Licenciada en Derecho. No vinculada laboralmente al Hospital. Miembro Lego, ajeno a la investigación biomédica/asistencia clínica.
	Javier Sánchez Casajús	Licenciado en Económicas. No vinculado laboralmente al Hospital. Miembro Lego, ajeno a la investigación biomédica/asistencia clínica. Representante del interés del paciente
	José Luis San Millán López	Servicio Genética
	Sonia Soto Díaz	Medicina Familiar y Comunitaria.
	Carmen Herrero Domínguez- Berrueta	Farmacéutica de Atención Primaria. Dirección asistencial Noroeste.
	Ana Jiménez Gordo	Oncología Médica. Hospital Universitario Infanta Sofía.
	Javier Martínez González	Gastroenterología.

En el caso de que algún miembro participe en el estudio o declare algún conflicto de interés no habrá participado en la evaluación, ni en el dictamen de la solicitud de autorización del mismo.

Se recuerda al investigador que al ejecutar este proyecto contrae una serie de compromisos con respecto al Comité (Anexo)

Para que conste donde proceda, y a petición del promotor

Madrid

DE PABLO  
LOPEZ DE  
ABECHUCO  
ITZIAR -  
07493941N

Firmado digitalmente por DE  
PABLO LOPEZ DE ABECHUCO  
ITZIAR - 07493941N  
Nombre de inscripción (DN):  
c=ES,  
serialNumber=IDCES-07493941N,  
givenName=ITZIAR, sn=DE PABLO  
LOPEZ DE ABECHUCO, ou=DE  
PABLO LOPEZ DE ABECHUCO  
ITZIAR - 07493941N  
Fecha: 2023.07.26 15:58:19 +0200

## **ANEXO: Compromisos contraídos por el investigador con respecto al Comité de Ética de la investigación:**

Se recuerda al investigador que la ejecución del estudio le supone los siguientes compromisos con el Comité:

- Ejecutar el estudio con arreglo a lo especificado en el protocolo, tanto en los aspectos científicos como en los aspectos éticos.
- Notificar al Comité todas las modificaciones o enmiendas en el estudio y solicitar una nueva evaluación de las relevantes.
- Enviar al Comité un informe final al término de la ejecución del estudio. Este informe deberá incluir los siguientes apartados:
  - Número de registro del estudio en bases de datos públicas de proyectos de investigación, si procede
  - Memoria final del estudio, la enviada a las agencias reguladoras
  - Publicación/es científica/s generada/s por el estudio
  - Información (tipo y modo) transmitida a los sujetos del estudio sobre los resultados de la investigación y sobre los que afecten directamente a su salud (si procede)



## **Anexo 2. Conformidad de la dirección del Hospital Universitario Ramón y Cajal**



### Conformidad de la Dirección del HURyC

La Dirección del Hospital Universitario Ramón y Cajal, visto el informe favorable emitido por el Comité de Ética de la Investigación que ha evaluado el estudio:

Título del Estudio:

**RESULTADOS DE LA ABLACIÓN DE FLÚTER ATÍPICO EN LA ERA DE LA NAVEGACIÓN  
CON MAPEO DE ALTA DENSIDAD (RAFAELA)**  
Protocolo versión de fecha 20 de Julio de 2021 tras aclaraciones cei.

CEI/CEIm evaluador: **Hospital Universitario Ramón y Cajal.**

Investigador Principal en el Hospital Universitario Ramón y Cajal:  
**Dra. Cristina Lozano Granero / Cardiología**

Acepta la realización de dicho estudio en el centro, con estricta sujeción al protocolo aprobado y, cuando su ejecución implique algún ingreso o gasto específico, al contrato que se tendrá que formalizar al efecto a través de la entidad gestora: *Fundación para la Investigación Biomédica del Hospital Universitario Ramón y Cajal.*

Madrid a 26 de Julio de 2021

El director gerente

**GALVEZ MUGICA,**  
**MARIA ANGELES**  
**(AUTENTICACIÓN)**

Firmado digitalmente por  
GALVEZ MUGICA, MARIA  
ANGELES (AUTENTICACIÓN)  
Fecha: 2021.07.29 09:21:58  
+02'00'

p.d.f. de 7/05/2018

Fdo. Dra M<sup>a</sup> Angeles Gálvez Múgica



**Anexo 3. Franco E, Lozano Granero C, Matía R, Hernández-Madrid A, Sánchez I, Zamorano JL, Moreno J. High-density mapping with fragmentation analysis in patients with reentrant atrial tachycardias (MAP-FLURHY study). *J Interv Card Electrophysiol* 2022;63(3):513-522.**

doi: 10.1007/s10840-021-01012-z. Epub 2021 Jun 16.





# High-density mapping with fragmentation analysis in patients with reentrant atrial tachycardias (MAP-FLURHY study)

Eduardo Franco<sup>1</sup> · Cristina Lozano Granero<sup>1</sup> · Roberto Matía<sup>1</sup> · Antonio Hernández-Madrid<sup>1</sup> · Inmaculada Sánchez<sup>2</sup> · José Luis Zamorano<sup>1</sup> · Javier Moreno<sup>1</sup>

Received: 18 October 2020 / Accepted: 13 May 2021  
© Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature 2021

## Abstract

**Purpose** Reentrant atrial tachycardias (ATs) use areas of slow conduction that can be visualized as fragmented electrograms. We aimed to test an ablation strategy based on the identification and ablation of spots with fragmented electrograms in reentrant ATs, using Rhythmia navigation system.

**Methods** All consecutive patients from June 2016 to June 2019 were included. The IntellaMap ORION Catheter was used to detect sites with fragmentation, arbitrarily defined as fragmented electrograms > 70 ms. Entrainment was used to check if these areas belonged to the AT circuit. Ablation targeted the longest fragmented electrogram within the circuit: focal ablation for microreentries and lines for macroreentries. Ablation success was defined from each AT as conversion to sinus rhythm or another AT.

**Results** Twenty-seven consecutive patients with 44 mappable ATs were included. All ATs showed sites with fragmented electrograms (104 sites; 2.4 sites per AT); 43/44 ATs had fragmented electrograms within the circuit, which were the target of ablation. Ablation success: 34/36 ATs (94%); success could not be assessed in 8 circuits, in 6 due to mechanical conversion to sinus rhythm at the target fragmented site. Fragmented electrograms within the AT circuits were longer than electrograms outside the circuits ( $110 \pm 30$  vs  $90 \pm 15$  ms,  $p < 0.001$ ). A fragmentation duration > 100 ms / > 40% of the AT cycle length predicted to be a successful site for ablation with 72.3%/73.8% specificity, respectively. Sixty-two percent of the patients were free from atrial arrhythmias at 1 year.

**Conclusions** Most ATs had detectable fragmented electrograms within the circuit, which could be the target of ablation with high efficacy.

**Keywords** Fragmentation · Atrial tachycardia · Atypical atrial flutter · High-density mapping · Multielectrode catheter · Ablation

## 1 Introduction

Reentrant atrial tachycardias (ATs) normally use slow conduction areas that serve as critical isthmuses for arrhythmia perpetuation [1]. These areas can be visualized as fractionated electrograms (EGMs) during mapping [2]. However, fractionated EGMs can also be found outside the circuits, at areas of wavefront collision or electrical pivoting. Entrainment

can help distinguish whether areas with fragmented EGMs are isthmuses within the circuit or non-critical areas outside it [3, 4].

The mapping with fragmentation analysis in patients with atypical atrial flutter using the Rhythmia navigation system (MAP-FLURHY) study was a prospective single-centre study, designed to test an ablation strategy based on the identification and ablation of sites with fragmented EGMs within the circuits of reentrant ATs. Besides, duration and voltage of fragmented EGMs were analysed to test if they can be used as predictors of the critical isthmus of the tachycardia. High-density mapping was used for EGM characterization due to its superiority over conventional mapping for this purpose, especially at sites of abnormal tissue as those that exhibit fractionated EGMs [5, 6].

✉ Eduardo Franco  
efranco@academiamir.com

<sup>1</sup> Arrhythmia Unit, Cardiology Department, University Hospital Ramón y Cajal, Madrid, Spain

<sup>2</sup> Pediatric Cardiology Department, University Hospital Ramón y Cajal, Madrid, Spain

## 2 Methods

### 2.1 Study population

The single-centre MAP-FLURHY study prospectively included all patients scheduled for reentrant AT ablation using the Rhythmia navigation system (Boston Scientific Inc., Cambridge, MA) from June 2016 to June 2019, excluding patients diagnosed with cavotricuspid isthmus-dependent atrial flutter based on the surface ECG. Reentry as the mechanism of tachycardia was pre-procedurally suspected based on the following: (1) the presence of continuous atrial activity on the surface ECG or (2) in patients with focal AT pattern, the arrhythmia behaviour (stable cycle length without modification at onset or end) and patient characteristics (diseased atria) [7]. All patients with suspected reentrant ATs were included, and the actual AT mechanism was determined intra-procedurally. Written informed consent was obtained before the procedures, and patient data were collected in a dedicated database. The study complied with the Declaration of Helsinki and received prior approval by the ethics committee of our institution.

Patients with non-mappable ATs (due to frequent circuit modification or conversion to atrial fibrillation), with cavotricuspid isthmus-dependent ATs (according to propagation and entrainment mapping), or with sinus rhythm at the beginning of the ablation procedure and no arrhythmia inducibility were excluded from analysis.

### 2.2 Procedures

Procedures were preferably performed under general anaesthesia or conscious sedation if general anaesthesia was not available. Antiarrhythmic medications were not discontinued prior to ablation. Transoesophageal echocardiography was performed before the procedure to exclude the presence of thrombus, except for patients with CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc score of 0 (in males) or 1 (in females) with sinus rhythm before the ablation.

After achieving echography-guided femoral vein access, intravenous heparin was administered to achieve a target activated clotting time of 350–400 s. Afterwards, a 24-pole diagnostic catheter (Woven Orbiter, Boston Scientific Inc.) was placed around the tricuspid annulus with its distal part into the coronary sinus. If the patient was in sinus rhythm, atrial programmed stimulation with ramps was used to induce AT. Entrainment from both right and left atria (via coronary sinus) was used to define AT origin. If a left atrial origin was suspected, transseptal puncture with a conventional long sheath (SL1, Abbott Medical Inc., Chicago, IL) was performed. If atrial fibrillation was induced or conversion from AT to atrial fibrillation happened during the procedure, and no re-conversion to AT occurred during the

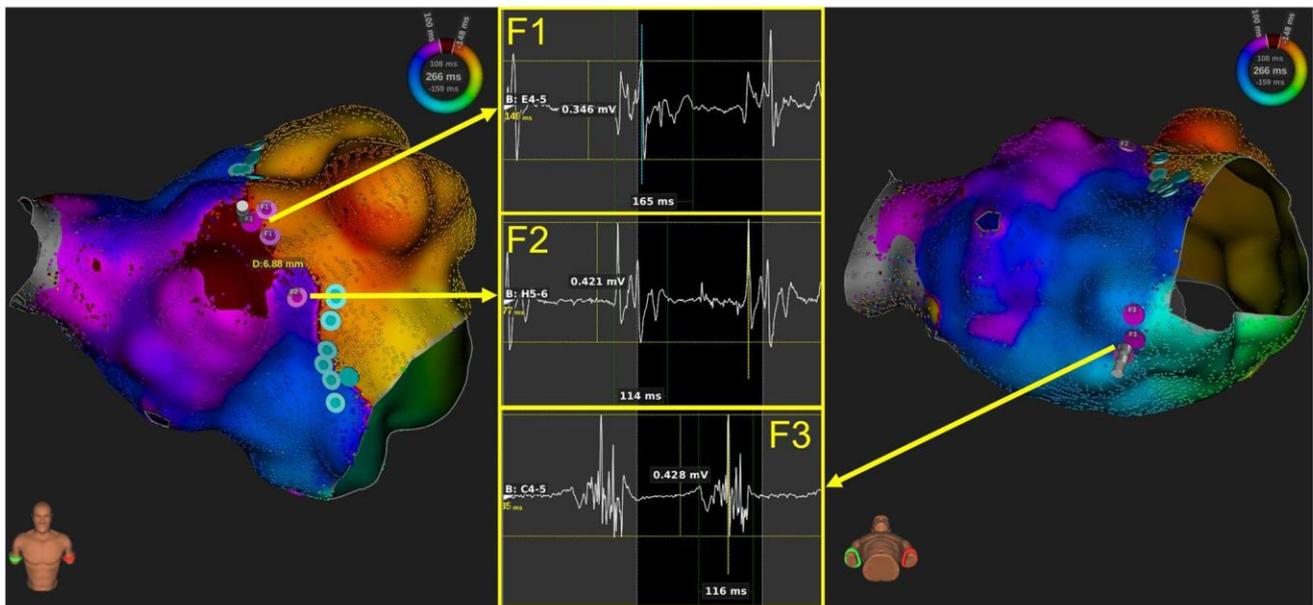
following 15 min, electrical cardioversion was performed, and AT was again induced using programmed atrial stimulation. No antiarrhythmic medication was administered during the procedures.

### 2.3 Mapping protocol

High-density electroanatomical mapping using a 64-pole basket catheter (IntellaMap Orion, Boston Scientific Inc.) was then performed within the right atrium (RA) or left atrium (LA), depending on suspected AT origin. Steerable sheaths (Agilis, Abbott Medical Inc.) were only used to improve catheter manipulation in selected difficult cases. The Rhythmia navigation system was used for EGM collection and analysis. Bipolar EGMs were automatically collected to create voltage and propagation maps during AT, with automatic standard beat-acceptance criteria. Filters for bipolar signals were set at 30 and 300 Hz, without notch filter. The confidence mask parameter was set at 0.03 mV, to allow visualization of low-voltage signals.

Fragmented EGMs were arbitrarily defined as continuous bipolar EGMs with >4 deflections and total duration >70 ms. Other definitions have been published, and the difficulty in achieving an accurate definition is well known [8, 9]. EGMs with isoelectric line between deflections were considered individual EGMs (separated by the isoelectric line) to avoid including double potentials, classically related to lines of block [2]. Duration and voltage of bipolar fragmented EGMs were measured during mapping using the Rhythmia navigation system with electronic callipers and speed of 200 mm/s. Manual markers were deployed on the electroanatomical maps on the spots where fragmented EGMs had been found (Fig. 1). For identification and quantification of the number of sites with fragmentation, fragmented EGMs separated <0.5 cm were considered to be in the same site.

During mapping, if conversion to another AT occurred, a new map was started, and the new AT was completely mapped and ablated, if sustained; if the AT was not considered mappable (due to frequent circuit modification or conversion to atrial fibrillation), it was excluded from analysis. After mapping was finished in each AT, propagation maps were used to make a hypothesis about the AT circuit. Entrainment was then performed at every site with fragmentation, and at other spots at operators' discretion, and integrated with the propagation map, to confirm the actual AT circuit and to define the mechanism (focal or reentrant). If the AT was showing an unstable behaviour (i.e. frequent circuit modification), entrainment was limited only to the site or sites with fragmentation which were thought to be at the critical isthmus of the tachycardia according to the propagation map. A return cycle (post-pacing interval—tachycardia cycle length) <30 ms was used to confirm that



**Fig. 1** Sites of fragmentation found in a figure-of-eight (perimitral + around the left pulmonary veins and appendage) macroreentrant AT, in a patient with previous perimitral AT ablation with a modified anterior line, and a gap in the ablation line. Manual pink markers were deployed on the spots with fragmented EGMs. Two different sites (distance > 5 mm) were marked on the anterior wall of the left

atrium. Return cycles for each site were as follows: F1, 0 ms (gap); F2, 40 ms (dead end near the circuit); F3, 0 ms. Ablation consisted in a line between the blue markers (double potentials due to the previous modified anterior line), covering the F1 site (site of fragmentation with the longest fragmented EGM). D = distance

a certain site was included in the tachycardia circuit; a return cycle > 30 ms from a certain site excluded its participation in the circuit.

When a focal pattern (i.e. centrifugal propagation from a certain site), instead of a macroentry, was found in propagation maps, the mechanism of the AT was considered to be a microentry if fragmented EGMs were present at the earliest activation point, entrainment with progressive fusion and reset was possible from a site separated  $\geq 2$  cm from the earliest point, and the return cycle from the earliest activation point was < 30 ms (Supplementary Fig. 1). If no fractionation was present at the earliest site, and entrainment was not possible from  $\geq 2$  sites separated by  $\geq 2$  cm, the mechanism of the tachycardia was considered to be focal.

## 2.4 Ablation protocol

Radiofrequency ablation was performed using open-tip irrigated catheters (Flexability, Abbott Medical Inc.; Flexability, Sensor Enabled, Abbott Medical Inc.; or IntellaNav MIFI, Boston Scientific Inc.) according to operators' preferences and the procedure date. Before ablation, the catheter tip was deployed onto all sites with fragmented EGMs, to determine if fragmentation was also detectable with the resolution of ablation catheters. If the IntellaNav MIFI catheter was used, the signals registered with the microelectrodes were not considered for this purpose. In very prolonged procedures, not

all the sites with fragmentation, but only those at the critical sites of the tachycardias, were explored.

A power of 30–35 W was used for posterior wall lesions, 35–40 W for anterior or free wall lesions, and 25–30 W inside the coronary sinus. Irrigation rate was set at 17 ml/min, except if excessive temperature rise was found during radiofrequency application (in that case, irrigation rate was increased to 25–30 ml/min).

For each AT, ablation targeted the sites with fragmented EGMs inside the AT circuit (i.e. return cycle < 30 ms). If a microentry or a focal AT was diagnosed, focal ablation at the earliest site of the AT (with fragmented EGMs if microentry) was performed. For macroentries, ablation lines between unexcitable areas, covering the fragmented EGMs with the line, were created. If various sites with fragmentation coexisted within the same circuit, and various lines of ablation were therefore possible, ablation targeted the site with the longest fragmented EGM (considered to be probably the zone of slowest conduction).

Ablation success was defined, for each AT, as conversion to sinus rhythm or another AT using the aforementioned ablation strategy (focal or line); if the case of conversion to another AT, detailed mapping was used to determine that the AT was different from the initial one (and not just an alteration of the circuit) before considering ablation success. If ablation failed, an individualized approach was used, including the performance of additional

ablation lines targeting other sites with fragmented EGMs inside the circuits. In several cases, mechanical conversion to sinus rhythm occurred before ablation when positioning the ablation catheter onto the site of interest; if so, ablation was performed as planned, but these cases were excluded from analysis of ablation success.

After conversion to sinus rhythm, bidirectional block at the ablation lines was checked with differential pacing or with activation mapping, and absence of capture at focal ablation sites was tested. Additional ablation was performed, if needed, to achieve these endpoints. If the patient had undergone previous ablation procedures, bidirectional block of the previously performed lines (including circumferential pulmonary vein isolation in patients with prior atrial fibrillation ablation) was also checked, and ablation was performed if gaps were present. Pulmonary vein isolation was not routinely performed in all patients, but only in those with previously documented atrial fibrillation.

Finally, programmed atrial stimulation was used to test arrhythmia inducibility; if other sustained ATs were induced, they were mapped and ablated. Procedural success was defined as the successful ablation of all inducible ATs, without requiring electrical cardioversion (except if atrial fibrillation was induced), with final sinus rhythm and non-inducibility at the end of the procedure.

## 2.5 Follow-up

Patients were followed up on an outpatient basis with clinical visits and 24-h Holter monitoring at 3, 6, and 12 months. Rhythm control drugs were kept during the first 3 months after the procedure and afterwards discontinued if no recurrences had occurred; rate control drugs were discontinued after the index procedure, unless they were also being used as antihypertensive medication. Any arrhythmia lasting > 30 s, according to patients' symptoms or documented on Holter monitoring, was considered a recurrence. Paroxysmal and well-tolerated short episodes of tachycardia were managed with medication or a wait-and-see strategy. Persistent or poorly tolerated episodes were treated with repeat ablation, electrical cardioversion or atrioventricular node ablation, and pacemaker implant, depending on the presumed risk of posterior recurrences according to the grade of atrial disease. A blanking period of 2 months, in which recurrences were mostly treated with electrical cardioversion, was considered.

## 2.6 Statistical analysis

Categorical variables are described as number (percentage) and were compared with the  $\chi^2$  or the Fisher's exact

tests, as appropriate. Continuous variables are described as mean  $\pm$  SD for variables with normal distributions or as median [interquartile range] for variables not normally distributed. The Kolmogorov–Smirnov test was used to assess normality in continuous variables. Comparisons among normal continuous variables were made using Student's *t* tests (normal variables comparisons) or Mann–Whitney *U* tests (for variables not normally distributed). Bilateral *p* values < 0.05 were considered statistically significant.

The capacity of the duration and voltage of fragmented EGMs to predict a successful ablation site was determined with receiver operating characteristic (ROC) curves. Optimal cut-off values for each parameter were defined as those with the shorter distance to the top left corner of the ROC graph. For survival analysis (recurrence of atrial arrhythmias), the Kaplan–Meier method was used. Statistical analysis was performed using SPSS Statistics Base version 22.0 package (IBM Inc., Armonk, NY).

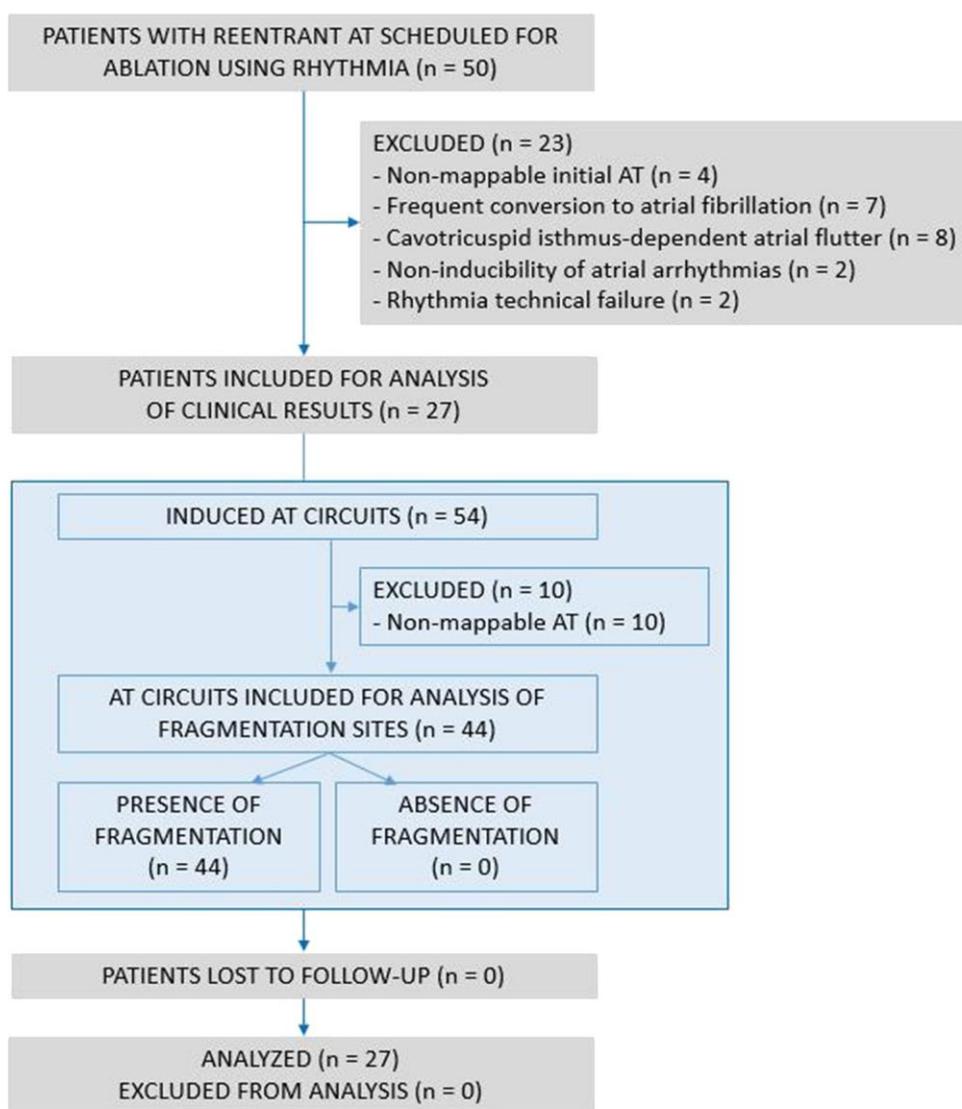
## 3 Results

A total of 50 patients were scheduled for reentrant AT ablation. Of these, 23 were excluded (Fig. 2), so 27 patients were included for analysis (Table 1). 12 Patients (44%) were > 75 years of age, and 6 patients (22%) were > 80 years of age. Eleven patients (41%) had severe LA dilation. Median procedural time was 224 (185–302) min. 21 Procedures were performed under general anaesthesia and 4 under conscious sedation. Of note, only 2 patients were on rhythm control drugs (one with flecainide and one with sotalol) before the index procedure; besides, most patients (22/27) were on rate control drugs, including beta-blockers ( $n = 19$ ), diltiazem ( $n = 3$ ), and digitalis ( $n = 1$ , in combination with bisoprolol).

### 3.1 Fragmentation analysis

In the 27 patients included for analysis, 54 ATs were induced (or present at the beginning of the procedure); 10 ATs were not mappable and were excluded for analysis, so 44 ATs were included (Fig. 2). Supplementary Table 1 shows details about the AT circuits; 28 macroreentries and 16 microreentries were found; no focal ATs appeared. Mean mapping time for each AT was  $31 \pm 14$  min, with median of 22,696 (12,205–32,244) points acquired; mean procedural time for each AT (including total procedural time for patients with only 1 AT, and time from induction to end of ablation and checking of ablation lines/points in patients with several ATs) was  $152 \pm 86$  min.

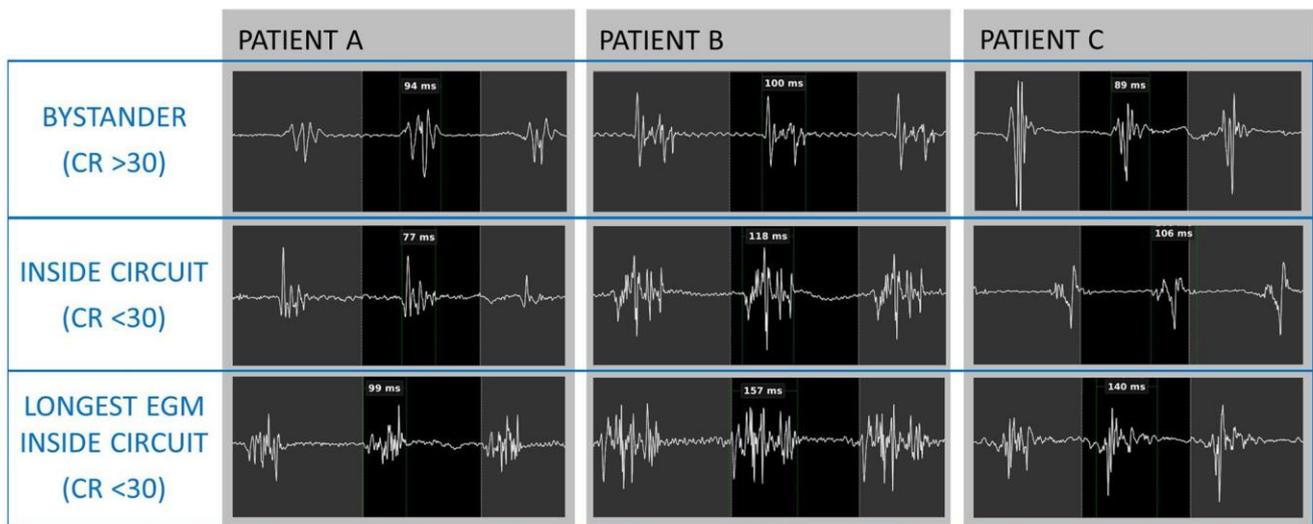
**Fig. 2** STROBE diagram. In 3 patients, due to technical failure of Rhythmia navigation system, Carto3 (Biosense Webster Inc., Irvine, CA) was used as navigation system. AT=atrial tachycardia



**Table 1** Clinical variables

	All patients (n=27)	Patients without recurrences (n=13)	Patients with recurrences (n=14)	p
Age (years)	73.6 [64.6–78.5]	73.6 [65.8–77.4]	73.8 [59.6–83.0]	0.593
Females (%)	10 (37%)	7 (54%)	3 (21%)	0.120
Left ventricular ejection fraction (%)	60 [45–67]	61 [52.5–68.7]	58 [44–68]	0.395
Indexed left atrial volume (ml/m <sup>2</sup> )	45.6 ± 16.8	43.2 ± 18.0	47.7 ± 16.1	0.508
Previous medication	23 (85%)	11 (85%)	12 (86%)	0.936
Rhythm control drugs	2 (7%)	0	2 (14%)	
Rate control drugs	22 (81%)	11 (85%)	11 (79%)	
Significant structural cardiopathy	18 (67%)	8 (62%)	10 (71%)	0.695
Previous atrial fibrillation	18 (67%)	7 (58%)	11 (73%)	0.547
Prior ablation procedures	16 (59%)	6 (46%)	10 (71%)	0.252
Prior cardiac surgery	6 (22%)	1 (8%)	5 (36%)	0.165

Data are shown as mean ± SD, median [interquartile range], or number (percentage), when appropriate. No variable predicted recurrences of atrial arrhythmias at follow-up

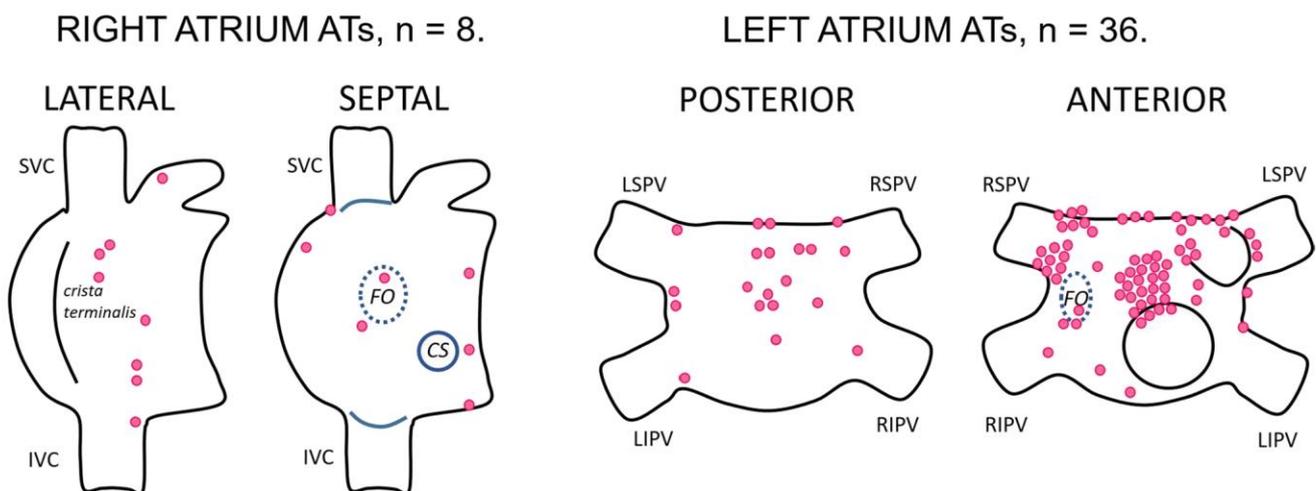


**Fig. 3** Representative examples of fragmented EGMs in patients with multiple sites with fragmentation. For each patient, a bystander EGM, an EGM inside the circuit, and the longest EGM inside the circuit, which was the target of ablation, are shown

In all 44 ATs, sites with fragmented EGMs were present in the mapped atrium. One hundred four sites with fragmentation were found (mean 2.4 sites per AT) (Fig. 3); their location is shown in Fig. 4. Table 2 shows voltage and duration of the fragmented electrograms; in 96 (92%) fragmented sites, entrainment was performed, and comparisons between electrograms inside (return cycle < 30 ms) and outside the AT circuits were made. Entrainment resulted in AT modification in only one case (conversion to sinus rhythm; entrainment was performed at the only fragmented EGM found, inside a microreentry according to the propagation map; focal ablation was performed in sinus rhythm without

posterior arrhythmia inducibility); in the other 95 cases (99%), entrainment did not affect the AT circuit.

Fragmented sites inside the AT circuits were longer ( $p < 0.001$ ), but with similar voltage ( $p = 0.424$ ) than fragmented sites outside the circuits (Table 2). In the 12 ATs with only 1 fragmented site (27%), the fragmented site was inside the AT circuit in 11/12 cases (92%). In the 32 ATs with  $\geq 2$  sites with fragmented EGMs, a fragmented site was found inside the circuit in all cases, and the longest fragmented EGM was inside the AT circuit more times than outside it (69.7% vs 30.3%,  $p = 0.002$ ). In microreentries, duration of fragmented EGMs inside the AT circuit were



**Fig. 4** Location of sites with fragmented EGMs. The locations with more sites with fragmentation were the anterior wall of the left atrium, towards the mitral annulus ( $n = 25$ ), and the anterior antrum of the right superior pulmonary vein ( $n = 15$ ). CS=coronary sinus;

FO=foramen ovale; IVC=inferior vena cava; LIPV=left inferior pulmonary vein; LSPV=left superior pulmonary vein; RIPV=right inferior pulmonary vein; RSPV=right superior pulmonary vein; SVC=superior vena cava

**Table 2** Sites with fragmented EGMs

	All sites (n = 104)	Sites inside AT circuits (n = 51)	Sites outside AT circuits (n = 45)	p
Duration (ms)	92 [81–107]	102 [90–126]	88 [78–101]	<0.001
Duration: percentage of the AT cycle length	37.9% ± 11%	41.8% ± 11%	33.9% ± 9%	<0.001
Peak-to-peak bipolar voltage (mV)	0.272 [0.150–0.272]	0.296 [0.148–0.534]	0.215 [0.156–0.391]	0.424
Visualization of fragmented EGMs with the ablation catheter tip (n = 76)	43 (57%)	22 (58%)	19 (58%)	0.584

Data are shown as mean ± SD, median [interquartile range], or number (percentage), when appropriate. The capacity of ablation catheters to detect fragmented EGMs was evaluated in 76 sites with fragmentation

similar than in macroreentries ( $p=0.946$ ); the fragmented EGMs located in the circuit comprised  $37\% \pm 9.6\%$  of the AT cycle length.

### 3.2 Ablation and procedural success

Sites with fragmented EGMs were found inside the AT circuits (return cycle < 30 ms) in 43/44 cases; the AT without fragmented EGMs inside the circuit was a peri-right pulmonary veins macroreentry that was successfully ablated with a roof line.

Ablation targeted the site with the longest fragmented EGM in 42 of these 43 cases; the other case was a gap-related macroreentry that received gap ablation (in which no significant fragmentation was noted). In 6 cases (14%), mechanical conversion to sinus rhythm happened when the ablation catheter was positioned on the fragmented EGM prior to ablation; these cases were excluded from analysis of ablation success and were mainly microreentries (4/6); ablation strategy continued as planned. Considering this, ablation success analysis was possible in 36 cases; of these, ablation success was achieved with the first performed ablation in 31 ATs (86%). In the other 5 ATs, sites with (shorter) fragmented EGMs inside the AT circuit were present in 3 cases; ablation at these sites was successful in all cases. The other 2 cases received different ablation strategies, which were successful in 1 case; electrical cardioversion was performed in the other case. Hence, ‘total’ ablation success targeting sites with fragmented EGMs was 34/36 cases (94%) (Fig. 5).

Figure 6 shows ROC curves for fragmented EGMs duration (absolute and relative to AT cycle length) to predict a successful site for ablation. Areas under the curve for absolute and relative duration were 0.692 (95%CI: 0.583–0.801,  $p=0.002$ ) and 0.720 (95%CI: 0.620–0.819,  $p<0.001$ ), respectively. A duration of fragmented EGMs > 100 ms or > 40% of the AT cycle predicted to be a successful site for ablation with 72.3% or 73.8% specificity; positive predictive values were modest: 53.8% and 56.4%, respectively.

Finally, procedural success was achieved in 24/27 patients (89%). The 3 patients with failed procedure were the one in

which ablation of the clinical AT was not achieved and the other 2 patients in which non-mappable ATs were induced after ablation of the clinical AT.

### 3.3 Clinical results

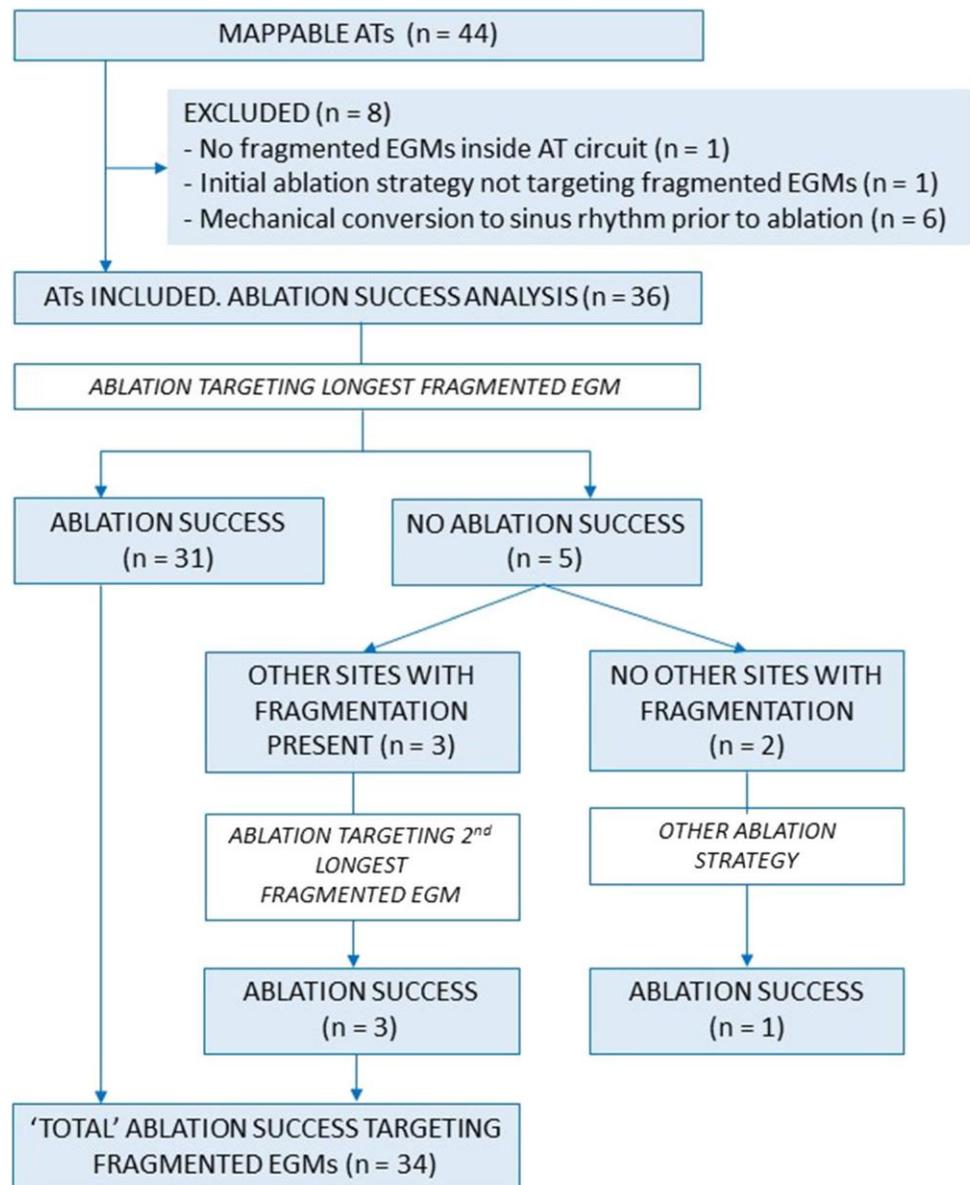
After a mean follow-up of  $19.5 \pm 9.7$  months, and excluding a 2-month blanking period, mean survival free from atrial arrhythmias was 20.5 (95%CI: 14.0–27.0) months (Fig. 7). Fourteen patients had arrhythmia recurrences after blanking period: 5 with atrial fibrillation and 9 with AT; in the latter patients, 4 reablation procedures were performed; 3 showed a different reentrant AT, and 1 showed a gap-related AT. Of the 21 patients with follow-up > 1 year, 13 (62%) were free from atrial arrhythmias at a 12-month follow-up. Clinical variables (Table 1) and procedural time ( $p=0.616$ ) were similar between patients with and without recurrences of atrial arrhythmias.

Two patients (7.4%) had procedural complications; in both cases, it was heart failure due to volume overload after a long procedure (302 and 330 min), which prolonged hospitalization 1 and 2 days, respectively. No other complications appeared. There were 4 deaths during follow-up, none of them arrhythmia-related (2 non-cardiac deaths and 2 deaths due to terminal chronic heart failure).

## 4 Discussion

We have tested an ablation strategy for reentrant ATs based on fragmentation analysis. Fragmentation has been defined in different ways in literature, and there is not a universally accepted definition. Other groups have defined fragmentation in bipolar EGMs as the presence of > 4 deflections and duration > 40 ms [8]; a previous report that compared characteristics of fragmented EGMs using this definition<sup>2</sup> showed that EGMs located at slow conduction areas were longer ( $88 \pm 11$  ms) than those at wavefront collision areas ( $47 \pm 5$  ms) or at pivoting sites ( $70 \pm 9$  ms). Hence, we think that a threshold duration of > 70 ms for considering fragmented EGMs might have enough sensitivity for selecting

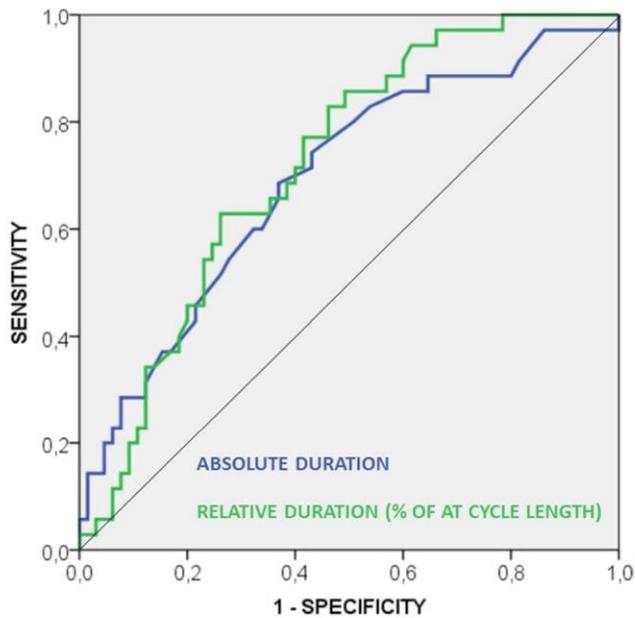
**Fig. 5** Analysis of ablation success. AT = atrial tachycardia; EGM = electrogram



those within the AT circuit and adequate specificity to exclude others outside the circuit.

Besides, fragmentation to consider microentry has been defined as that comprising > 75% of the tachycardia cycle length [4, 10]. Instead of defining microentry based on a certain duration of fragmented EGMs, we preferred to use propagation mapping for this purpose; with our definition, duration of fragmented EGMs in the core of microentries was much shorter ( $37\% \pm 9.6\%$  of the AT cycle length). Some of our cases may therefore actually be small reentries (instead of microentries), despite the apparently focal propagation pattern. Nevertheless, this is just a definition issue, and our ablation strategy worked in these cases in our series as well as for ATs not considered microentries ( $91.7\%$  vs  $96.2\%$ ,  $p = 0.216$ ).

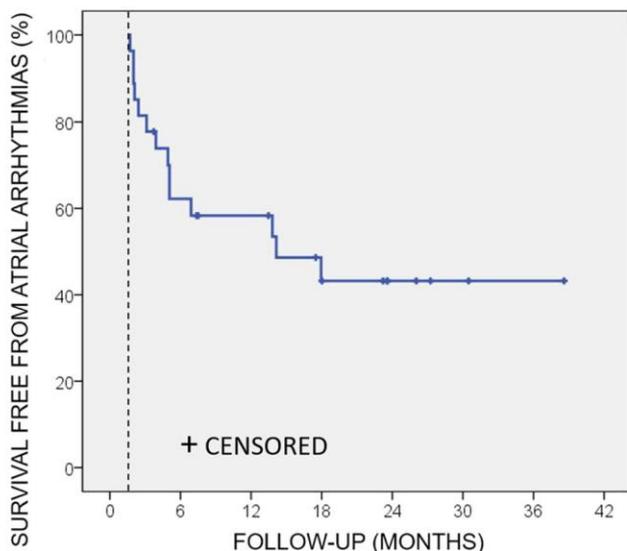
In many reentrant ATs, several ablation strategies can be performed, most based on performing ablation lines according to anatomical criteria (for instance, anterior mitral lines or mitral isthmus ablation for perimitral AT). Our findings may help decide the strategy to follow. In our work, most ATs showed fragmented EGMs inside the AT circuit, ablation targeting the longest fragmented EGMs within the circuit showed a high success rate for AT termination, and 'acute' ablation success rate (94%) has high. Therefore, and especially in complex cases in which various ablation approaches are possible, selecting an ablation line or strategy that includes fragmented EGMs inside the circuit may lead to a successful outcome. 'Acute' ablation success was, in any case, similar to that reported in recent works on reentrant AT (77–98.5%) [11–15], so other



**Fig. 6** ROC curves of fragmented EGMs duration to correctly predict a successful ablation site. AT=atrial tachycardia

strategies are also effective and valid. For septal ATs, however, other strategies have shown inferior efficacy (77%) than for non-septal ATs [11]; in our work, success rate for septal ATs ( $n=7$ ) was 100%, similar to non-septal ATs ( $p=0.821$ ), so our strategy might be especially helpful in these cases.

Entrainment is an essential part of our strategy, as it was used to confirm the AT circuit and to know whether fragmented EGMs are inside or outside the circuits; of note, it



**Fig. 7** Estimated survival free from atrial arrhythmias. Estimated survival is shown excluding a 2-month blanking period

was safe and conducted to AT modification in only one case. Other works have also proved its value [4]. Approximately half of the EGMs (53%) were inside de AT circuits and half of them outside, so just the presence of fragmentation must not lead to assume a certain spot is important for the AT mechanism; entrainment is paramount to determine this. Duration of fragmented EGMs should neither be critical for decision making; we found a ‘best’ cut-off of  $> 100$  ms or  $> 40\%$  of the AT cycle length to predict ablation success, but positive predictive values were insufficient (54–56%) to recommend an ablation strategy based just on EGM duration.

One-year success rate (62%) was in line with recent series (51–88%) [11–15]. For this analysis, we considered a 2-month blanking period, with has not been included in other series [5, 11, 12]. We had 7 recurrences during blanking period, and 5 of these patients had also arrhythmia recurrence after this period; the other 2 patients received reablation during blanking period ( $n=1$ ) or electrical cardioversion ( $n=1$ ) and have been free from atrial arrhythmias thereafter. The effect of recurrences during blanking period in reentrant ATs on long-term success rate has not been extensively addressed, and we think that maybe a blanking period may better not be used for reentrant ATs.

#### 4.1 Study limitations

As this was an observational study, no comparisons were made with other ablation strategies, which may have been equally effective. Other navigation systems apart from Rhythmia were not used. Carto3 and EnSite Precision also allow the use of high-density mapping catheters (PentaRay and Advisor HD Grid, respectively), which could also be valid for fragmentation analysis. In fact, we used Carto3 and PentaRay in three cases in which Rhythmia experienced technical problems, and fragmentation analysis was feasible.

## 5 Conclusions

Most reentrant ATs show fragmented EGMs inside the circuit that can be detected using high-resolution mapping catheters. An ablation strategy targeting these sites with fragmentation is highly effective and safe.

**Supplementary Information** The online version contains supplementary material available at <https://doi.org/10.1007/s10840-021-01012-z>.

**Data availability** Anonymized data from individual patients was collected in a dedicated database and is available under request.

**Code availability** Not applicable.

## Declarations

**Ethics approval** The study complied with the Declaration of Helsinki and received prior approval by the ethics committee of our institution.

**Consent to participate** Written informed consent was obtained before the procedures, and patient data were collected in a dedicated database.

**Consent for publication** Written informed consent was obtained before the procedures, and patient data were collected in a dedicated database.

**Conflict of interest** Dr. Javier Moreno has received consulting fees from Boston Medical. The rest of the authors declare no conflicts of interest.

## References

- Ouyang F, Ernst S, Vogtmann T, Goya M, Volkmer M, Schumann A, Bansch D, Antz M, Kuck K-H. Characterization of reentrant circuits in left atrial macroreentrant tachycardia: critical isthmus block can prevent atrial tachycardia recurrence. *Circulation*. 2002;105:1934–42.
- Frontera A, Takigawa M, Martin R, Thompson N, Cheniti G, Massoulié G, Duchateau J, Wielandts JY, Teijeira E, Kitamura T, Wolf M, Al-Jefairi N, Vlachos K, Yamashita S, Amraoui S, Denis A, Hocini M, Cochet H, Sacher F, Jais P, Haïssaguerre M, Derval N. Electrogram signature of specific activation patterns: analysis of atrial tachycardias at high-density endocardial mapping. *Heart Rhythm*. 2018;15:28–37.
- Patel AM, d'Avila A, Neuzil P, Kim SJ, Mela T, Singh JP, Ruskin JN, Reddy VY. Atrial tachycardia after ablation of persistent atrial fibrillation: identification of the critical isthmus with a combination of multielectrode activation mapping and targeted entrainment mapping. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2008;12:1047–9.
- Strisciuglio T, Vandersickel N, Lorenzo G, Van Nieuwenhuysse E, El Haddad M, De Pooter J, Kyriakopoulou M, Almorad A, Lycke M, Vandekerckhove Y, Tavernier R, Duytschaever M, Knecht S. Prospective evaluation of entrainment mapping as an adjunct to new-generation high-density activation mapping systems of left atrial tachycardias. *Heart Rhythm*. 2020;17:211–9.
- Anter E, McElderry TH, Contreras-Valdes FM, Li J, Tung P, Leshem E, Haffajee CI, Nakagawa H, Josephson ME. Evaluation of a novel high-resolution mapping technology for ablation of recurrent scar-related atrial tachycardias. *Heart Rhythm*. 2016;13:2048–55.
- Takigawa M, Derval N, Frontera A, Martin R, Yamashita S, Cheniti G, Vlachos K, Thompson N, Kitamura T, Wolf M, Massoulié G, Martin CA, Al-Jefairi N, Amraoui S, Duchateau J, Klotz N, Pambrun T, Denis A, Sacher F, Cochet H, Hocini M, Haïssaguerre M, Jais P. Revisiting anatomic macroreentrant tachycardia after atrial fibrillation ablation using ultrahigh-resolution mapping: implications for ablation. *Heart Rhythm*. 2018;15:326–33.
- Saoudi N, Cosio F, Waldo A, Chen S-A, Iesaka Y, Lesh M, Sak-sena S, Salerno J, Schoels W. Classification of atrial flutter and regular atrial tachycardia according to electrophysiologic mechanism and anatomic bases: a statement from a joint expert group from the Working Group of Arrhythmias of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2001;12:852–66.
- Lellouche N, Buch E, Celigoj A, Siegerman C, Cesario D, De Diego C, Mahajan A, Boyle NG, Wiener I, Garfinkel A, Shiv-kumar K. Functional characterization of atrial electrograms in sinus rhythm delineates sites of parasympathetic innervation in patients with paroxysmal atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol*. 2007;50:1324–31.
- Van der Does LJ, de Groot NM. Inhomogeneity and complexity in defining fractionated electrograms. *Heart Rhythm*. 2017;14:616–24.
- Lațcu DG, Bun SS, Viera F, Delassi T, El Jamili M, Al Amoura A, Saoudi N. Selection of critical isthmus in scar-related atrial tachycardia using a new automated ultrahigh resolution mapping system. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2017;10:e004510.
- Coffey JO, d'Avila A, Dukkupati S, Danik SB, Gangireddy SR, Koruth JS, Miller MA, Sager SJ, Eggert CA, Reddy VY. Catheter ablation of scar-related atypical atrial flutter. *Europace*. 2013;15:414–9.
- Ammar S, Luik A, Hessling G, Bruhm A, Reents T, Semmler V, Buiatti A, Kathan S, Hofmann M, Kolb C, Schmitt C, Deisenhofer I. Ablation of perimitral flutter: acute and long-term success of the modified anterior line. *Europace*. 2015;17:447–52.
- Enriquez A, Santangeli P, Zado ES, Liang J, Castro S, Garcia FC, Schaller RD, Supple GE, Frankel DS, Callans DJ, Lin D, Dixit S, Deo R, Riley MP, Marchlinski FE. Postoperative atrial tachycardias after mitral valve surgery: mechanisms and outcomes of catheter ablation. *Heart Rhythm*. 2017;14:520–6.
- Zhou GB, Hu JQ, Guo XG, Liu X, Yang JD, Sun Q, Ma J, Ouyang FF, Zhang S. Very long-term outcome of catheter ablation of post-incisional atrial tachycardia: role of incisional and non-incisional scar. *Int J Cardiol*. 2016;205:72–80.
- Winkle RA, Moskovitz R, Mead RH, Engel G, Kong MH, Fleming W, Patrawala RA. Ablation of atypical atrial flutters using ultra high density-activation sequence mapping. *J Interv Card Electrophysiol*. 2017;48:177–84.

**Publisher's note** Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

**Anexo 4. Franco E, Lozano Granero C, Cortez-Dias N, Nakad E, Segev M, Matía R, Hernández-Madrid A, Zamorano JL, Moreno J. Automatic identification of areas with low-voltage fragmented electrograms for the detection of the critical isthmus of atypical atrial flutters. J Cardiovasc Electrophysiol 2023;34(2):356-365.**

doi: 10.1111/jce.15758. Epub 2022 Dec 8.



# Automatic identification of areas with low-voltage fragmented electrograms for the detection of the critical isthmus of atypical atrial flutters

Eduardo Franco MD, PhD<sup>1,2</sup>  | Cristina Lozano Granero MD<sup>1,2</sup>  |  
Nuno Cortez-Dias MD, PhD<sup>3</sup>  | Elad Nakar MSc<sup>4</sup> | Meytal Segev DMD<sup>4</sup> |  
Roberto Matía MD, PhD<sup>1,2</sup> | Antonio Hernández-Madrid MD, PhD<sup>1,2</sup> |  
José Luis Zamorano MD, PhD<sup>1,2</sup> | Javier Moreno MD, PhD<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Cardiology Department, University Hospital Ramón y Cajal, Madrid, Spain

<sup>2</sup>Centro de Investigación Biomédica en Red de Enfermedades Cardiovasculares (CIBERCV), Instituto Ramón y Cajal de Investigación Sanitaria (IRYCIS), Madrid, Spain

<sup>3</sup>Cardiology Department, Santa Maria University Hospital (CHULN), Lisbon Academic Medical Center, Lisbon, Portugal

<sup>4</sup>Research and Development Department, Biosense Webster, Johnson & Johnson, Yokneam, Israel

## Correspondence

Eduardo Franco, MD, PhD, Arrhythmia Unit, Cardiology Department, University Hospital Ramón y Cajal, Carretera de Colmenar Viejo, 28034 Madrid, Spain.  
Email: [efranco@academiamir.com](mailto:efranco@academiamir.com)

**Disclosures:** Eduardo Franco, Nuno Cortez-Dias, and Javier Moreno have received consulting fees from Biosense Webster. Elad Nakar and Meytal Segev are employees of Biosense Webster. Other authors: No disclosures.

## Abstract

**Introduction:** Critical isthmuses of atypical atrial flutters (AAFLs) are usually located at slow conduction areas that exhibit fractionated electrograms. We tested a novel software, intended for integration with a commercially available navigation system, that automatically detects fractionated electrograms, to identify the critical isthmus in patients with AAFL ablation.

**Methods and Results:** All available patients were analyzed; 27 patients with 33 AAFLs were included. The PentaRay NAV catheter (Biosense Webster) was used for mapping. The novel software was retrospectively applied; fractionated points with duration  $\geq 80$  ms and bipolar voltage between 0.05 and 0.5 mV were highlighted on the surface of maps. In 10 randomly chosen AAFLs, an expert electrophysiologist evaluated the positive predictive value of the algorithm to detect true fractionation: 74.4%. We tested the capacity of the software to identify areas of fractionation (defined as clusters of  $\geq 3$  adjacent points with fractionation) at the critical isthmus of the AAFLs (defined using conventional mapping criteria). An area of fractionation was identified at the critical isthmus in 30 cases (91%). Globally, 144 areas of fractionation (median number per AAFL 4 [3–6]) were identified. Duration of the fractionation on the surface of the areas was not different between areas at critical isthmuses and the rest. Setting the fractionation score filter of the software in nine provided best performance.

**Conclusions:** The novel software detected areas of fractionation at the critical isthmus in most AAFLs, which may help identify the critical isthmus in clinical practice.

## KEYWORDS

ablation, atrial tachycardia, atypical atrial flutter, fragmentation, high-density mapping

## 1 | INTRODUCTION

Atypical atrial flutter (AAFL) ablation is challenging, with acute procedural success rates of 85%–90%.<sup>1–4</sup> Ablation can be performed deploying anatomically designed lines that block the tachycardia circuit, or targeting the critical isthmus of the tachycardia. Critical isthmuses are usually located at slow conduction areas that can be visualized as sites with fractionated electrograms (EGMs) during mapping.<sup>5,6</sup> Operator-based *manual* detection and ablation of these sites is feasible and has shown high success rates.<sup>7</sup>

A novel software, soon to be integrated in a commercially available navigation system, that allows automatic identification of fragmented EGMs, has been developed. We have tested, in a retrospective cohort of patients with AAFL ablation, the capacity of this software to accurately detect the critical isthmus of the tachycardia, which might help select the ablation strategy in clinical practice.

## 2 | METHODS

Patient and procedural data were obtained from the clinical history and collected in a dedicated database. Patients provided written informed consent before the procedures. The study complied with the Declaration of Helsinki and received approval by the ethics committee of our institution.

### 2.1 | Novel software overview

The new software, developed by Biosense Webster Inc., is a pre-commercial tool intended for integration with Carto3 navigation system (Biosense Webster). It consists in a complex signal identification algorithm developed by supervised machine learning, designed to automatically identify fragmented EGMs and their duration (onset and offset). Briefly, thousands of signals were fed into a logistic regression model with the aim of identifying critical features of fractionated signals. The input signals were tagged by 3 experts from Biosense Webster as fractionated or not, to provide a unanimously voting-based gold standard and to indicate the onset and offset of fractionation within the signal.

The algorithm takes as an input the bipolar and distal unipolar signals of the mapping catheter, and provides as an output, for each point within the map, a fractionation score (which indicates the chances that there is a fractionation component in the signal, ranging from 0 to 10) and the onset and offset times of the fragmented portion in the signal. Signals are compared with the ones from the previous 2 beats for consistency. If there are fractionation segments that have a gap of <30 ms between them, they are unified into one.

This algorithm can be run live during mapping, or retrospectively applied to existing maps. Complex signals (i.e. EGMs detected as fragmented by the algorithm) can be highlighted on the Carto3 maps as green markers in their actual 3D position, or projected on the map

surface; a line that encircles the projected markers, individually if they are isolated, or grouping them if they are adjacent, can also be visualized. The identified complex points in the map can be filtered according to their fractionation score, the bipolar voltage (amplitude) of the EGMs, the minimum duration of the fractionation (as absolute duration or as a percentage of the tachycardia cycle length), and the temporal frame in which they appear during the window of interest of the tachycardia.

### 2.2 | Study population and ablation procedures

This is a single-center retrospective study. All the AAFL ablations performed with version V7 of the Carto3 navigation system, available in our center from May 2020, were analyzed. Both macroreentries and scar-related small reentries were included. Cases with low density of points (<1000 points acquired per map) and with incomplete maps (i.e., if the atrium of interest could not be completely mapped) were excluded.

Procedures were preferably performed under general anesthesia, or conscious sedation if general anesthesia was not available. Antiarrhythmic medications were not discontinued before ablation. Mapping was performed using a conventional high-density electro-anatomical mapping catheter (PentaRay NAV with 2-6-2 mm inter-electrode spacing, Biosense Webster). Local activation time (LAT) maps, propagation maps, and selective entrainment maneuvers were used to define the circuit and the critical isthmus of the tachycardias. Critical isthmuses were defined as the regions of the circuit with the slowest conduction, based on propagation and conduction velocity analysis.<sup>8</sup> If propagation analysis was not unequivocal, or for confirmation purposes according to operators' preferences, entrainment maneuvers were used to define the critical isthmus between the candidate regions, which had to show concealed entrainment and a return cycle <30 ms (ideally 0 ms).

Ablation was performed using radiofrequency open-tip irrigated catheters (Thermocool SmartTouch, Biosense Webster). The ablation strategy was up to operator preferences; in most cases, a strategy based on the identification and ablation of the critical isthmus (instead of an anatomical approach) is used in our Center. Focal ablation was used for scar-related small reentries.

For macroreentries, linear ablation (deploying lines between two unexcitable structures that pass through the critical isthmus) was generally preferred over focal ablation of the critical isthmus to hypothetically prevent future recurrences. Ablation success was defined as the conversion to sinus rhythm or to another atrial tachycardia during ablation, which also served to confirm the hypothesis about the tachycardia circuit.

### 2.3 | Software validation

All the available AAFL ablation cases were anonymized and uploaded to a pre-commercial version V7.5 Carto3 workstation which included

the complex signal identification algorithm. Before applying the novel software, internal points separated >7 mm from the map surface were filtered out, and anatomical structures not belonging to the atrium of interest were deleted. The algorithm was then retrospectively run on the maps, using the following settings for filtering, which are the official recommendations from Biosense Webster:

- Minimum fractionation score: 7.
- Time frame within the window of interest: any (filter switched off).
- Bipolar amplitude of the EGMs: between 0.05 and 0.5 mV, to hypothetically avoid including noise (low voltages) or healthy tissue (high voltages).
- Minimum fractionation duration: 80 ms.

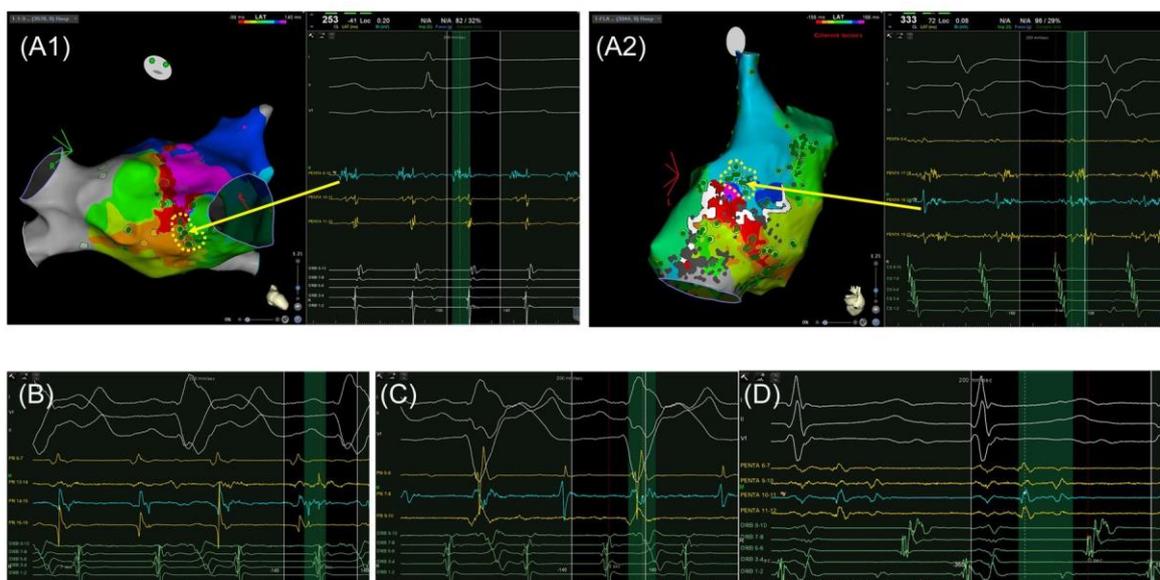
We first performed an analysis of the positive predictive value (PPV) of the algorithm to correctly identify fractionation. To do so, we randomly chose five left-atrial and five right-atrial flutters. In these 10 cases, an experienced electrophysiologist manually checked all the fractionated points automatically detected by the algorithm and indicated whether they corresponded to true fractionation, or false fractionation (due to noise, ventricular far-field interfering with the atrial signals, or double potentials incorrectly detected by the system as fractionation) (Figure 1). The impact of the selected value of the fractionation score on the PPV was also analyzed; to do so, we compared the percentage of false fragmented points among the total, while increasing the specificity of the algorithm (the fractionation score) from 7 to 8, 9, or 10.

In addition, in all the available cases, we tested the capacity of the new algorithm to detect areas of fractionation at the critical isthmus of the tachycardias (and, hence, identify the isthmus itself).

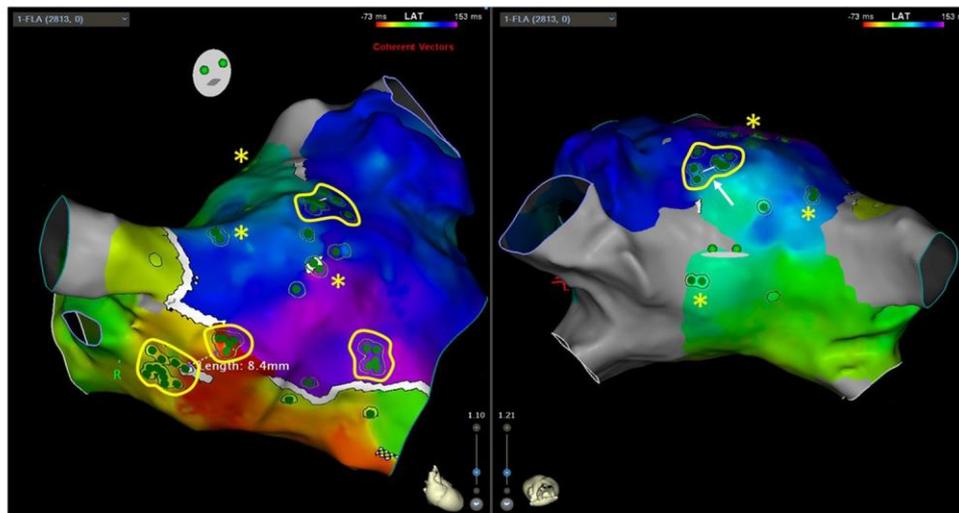
We arbitrarily defined an *area of fractionation* as a cluster with  $\geq 3$  adjacent fragmented points (i.e., the line that encircles the markers projected on the map surface encloses a group containing three or more points). Different areas of fractionation separated by less than 5 mm were considered the same area (Figure 2). Isolated fractionated points (1 or 2 adjacent points) were not considered for this analysis. Areas of fractionation were classified as belonging or not to the circuit of the tachycardia, and to the critical isthmus of the tachycardia, according to the aforementioned mapping criteria (LAT maps, propagation maps, and selective entrainment maneuvers). We compared the duration of the fractionation and the surface of the areas of fractionation identified at the critical isthmuses, inside the circuits of the tachycardia (isthmus or not), and outside the tachycardia circuits, to define duration or surface cut-off values that might help identify areas belonging to a tachycardia circuit or to its critical isthmus. Also, we analyzed if the areas of fractionation within the circuits were included in the ablation target selected by operators.

The analysis of the areas of fractionation was repeated increasing the minimum fractionation score of the algorithm from 7 to 8, 9, and 10. The purpose was to investigate the optimal specificity value to work with, as selecting a higher minimum fractionation score would theoretically lead to the detection of less areas of fractionation, but also could prevent the detection of the areas of interest (within the critical isthmus of the tachycardia).

Finally, we tested the additional value of filtering the areas of fractionation according to the time frame within the window of interest of the tachycardia in which the activation of the areas occurs. The activation of the critical isthmus of reentrant atrial tachycardias usually happens at periods of the tachycardia cycle length in which only the isthmus is activated along the atrium. Hence, and given the



**FIGURE 1** Representative examples of true fractionation detected at the critical isthmus of the tachycardia (A1, perimitral flutter with septal isthmus; A2, incisional flutter with isthmus posterior to the surgical scar), and of false fractionation (B, due to noise; C, due to ventricular far-field; D, due to double potentials incorrectly detected by the system as fractionation). PR or PENTA, PentaRay NAV catheter



**FIGURE 2** Areas of fractionation (enclosed using yellow lines) in a figure-of-eight flutter (perimitral and peri-right pulmonary veins), related to a gap in an anteroseptal mitral line from a previous procedure. Four areas of fractionation were identified; the one located at the gap (considered the critical isthmus of the tachycardia) and the one adjacent to it were annotated as different areas (because of being >5 mm away); the one located near the anterior base of the left atrial appendage (white arrow), however, was formed by a cluster of 4 points with fractionation plus isolated points separated <5 mm. Isolated points or points in groups of two (asterisks) were not considered for analysis, even if several isolated points were separated <5 mm (as in the anterior wall of the left atrium in this example).

relatively small size of critical isthmuses, the amount of tissue (i.e., the quantity of points) being activated at that time is minimal.<sup>9</sup> The LAT histogram tool of Carto3 displays the quantity of points of a certain map being activated in different time intervals in which the tachycardia cycle length is divided. We hypothesized that selecting only the areas of fractionation that are activated within the 3 consecutive time intervals (dividing the window of interest in 15 intervals) that globally include less points (LAT valley) may correctly identify the critical isthmus of most tachycardias while getting rid of areas of fractionation that do not belong to the tachycardia circuit (Figure 3); time intervals at the beginning or the end of the window of interest were considered consecutive to select the LAT valley.

## 2.4 | Statistical analysis

Categorical variables are described as number (percentage) and were compared with the  $\chi^2$  or the Fisher's exact tests, as appropriate. Continuous variables are described as mean  $\pm$  SD for variables with normal distributions or as median [interquartile range] for variables not normally distributed. The Kolmogorov-Smirnov test was used to assess normality in continuous variables. Comparisons between normal continuous variables were made using the Student's *t*-test (2-group comparisons) or the ANOVA test (>2-group comparisons), with Bonferroni correction for paired comparisons. Comparisons between not-normally distributed continuous variables were made using Mann-Whitney *U* test (2-group comparisons) or the Kruskal-Wallis test (>2-group comparisons). Paired variables were compared using the McNemar test (categorical variables) or the Wilcoxon test (continuous variables). Bilateral *p* values <.05 were

considered statistically significant. Statistical analysis was performed using the SPSS Statistics Base version 22.0 package (IBM Inc.).

## 3 | RESULTS

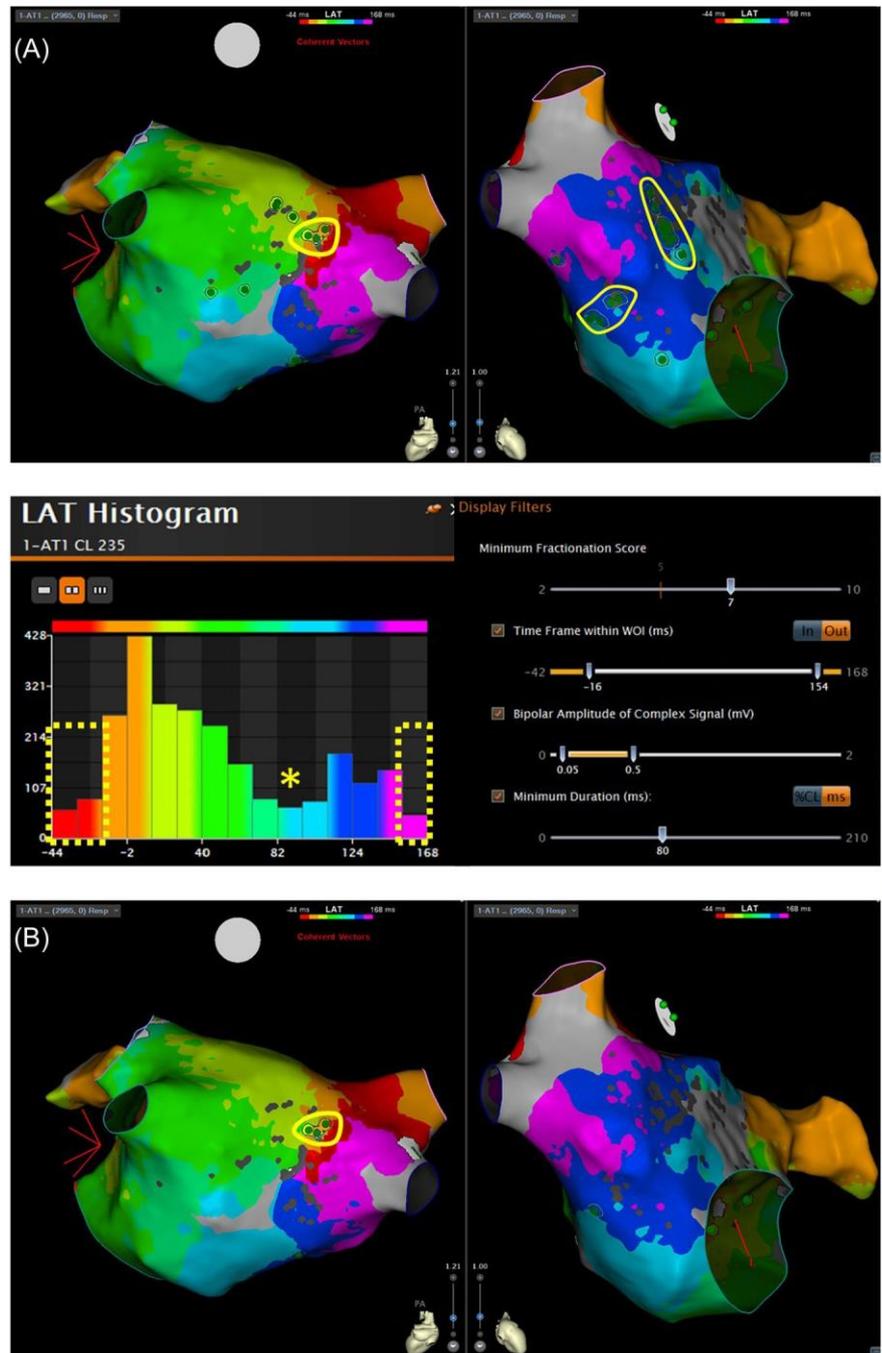
A total of 33 AAFLs in 27 patients were analyzed. Table S1 shows the baseline characteristics of the included patients; 14 patients (52%) had received prior ablation of atrial arrhythmias, nine patients (33%) had undergone cardiac surgery, and eight patients (30%) had no previous procedures (ablation or cardiac surgery). Mean procedural time was  $266 \pm 87$  min, median fluoroscopy time was 36 [27–49] minutes, and mean dose-area product was  $26\,928 \pm 16\,209$  mGy  $\text{cm}^2$ . Procedural success, defined as the successful ablation of all inducible atrial arrhythmias, was obtained in 25 patients (92.6%); reasons for procedural failure were failed ablation of the clinical tachycardia ( $n = 1$ ), and cardiac tamponade which was conducted to the premature end of the procedure—although the clinical AAFL could be ablated ( $n = 1$ ). The procedural complication rate was 3.7% ( $n = 1$ , the aforementioned cardiac tamponade, which was treated with pericardiocentesis).

Table S2 shows details about the AT circuits; 26 macroreentries and seven scar-related small reentries were found.

### 3.1 | Analysis of the PPV of the algorithm to correctly identify fractionation

In 10 randomly chosen AAFLs (five left-atrial and five right atrial flutter), an experienced electrophysiologist manually checked all the

**FIGURE 3** Potential utility of filtering the areas of fractionation according to the time frame within the window of interest of the tachycardia. Three areas of fractionation were identified in this case (panel A; macroreentry around a spontaneous posterior scar). After selecting points of fractionation within the LAT valley (middle panel, dashed yellow bars), only one area of fractionation, located at the critical isthmus of the tachycardia, remained (panel B). Another potential LAT valley (middle panel, asterisk) was noted, but only the one with the *smallest* number of points was analyzed. WOI, window of interest



fractionated points automatically detected by the algorithm (total number of points = 1177) (Table 1). The PPV of the algorithm, with nominal settings (fractionation score = 7) was 74.4% (i.e., 26.6% of the automatically detected fractionated points corresponded to false fractionation; the main reason for false fractionation was ventricular farfield detection). False fractionated EGMs, especially those due to ventricular farfield detection ( $110 \pm 25$  ms) and double potentials ( $107 \pm 22$  ms), were longer than true fractionated EGMs ( $95 \pm 14$  ms) ( $p < .001$ ).

Rising the fractionation score to 8, 9, and 10 increased the PPV of the algorithm to 75.5%, 76.3%, and 80%, respectively ( $p < .001$ ), while reducing the total number of detected points, especially when

setting a fractionation score of 10 (Table S3). The total number of fractionated points with fractionation scores between 7 and 8.9 was low (80 points), and the PPV of the algorithm was also low within these boundaries (50%); on the contrary, most points had fractionation scores between 9 and 9.9 (346 points, with PPV of 68%) and, especially, 10 (750 points, with PPV of 80%).

Globally, most points (73.7%) were included in areas of fractionation (i.e.,  $\geq 3$  adjacent fragmented points); these points were less probably false than isolated points: the PPV of the algorithm for points included in areas of fractionation was 81.5% versus 57.3% for isolated points,  $p < .001$ . 40.1% of all the fragmented points were included in LAT valleys (within the three consecutive time intervals

**TABLE 1** Positive predictive value of the algorithm to correctly identify fractionation

	All points (n = 1177)	Left atrium (n = 735)	Right atrium (n = 442)	p
True fragmentation (PPV) (%)	876 (74.4%)	545 (74.1%)	331 (74.9%)	.779
False fragmentation (%)	301 (25.6%)	190 (25.9%)	111 (25.1%)	.369
- Due to noise	86	59	27	
- Due to ventricular farfield	148	88	60	
- Due to double potentials	67	43	24	
Mean duration (CL %)	30.6 ± 8.9	26.6 ± 7.9	37.1 ± 6.3	<.001
Mean fractionation score	9.78 ± 0.5	9.8 ± 0.4	9.7 ± 0.6	<.001
Fragmented points included in areas of fractionation (%) (i.e., not isolated)	868 (73.7%)	560 (76.2%)	308 (69.7%)	.014
Fragmented points included in LAT valleys (%)	472 (40.1%)	260 (35.3%)	212 (47.9%)	<.001

Note: Data are shown as mean ± SD or number (percentage).

Abbreviations: CL, cycle length; PPV, positive predictive value.

**TABLE 2** Characteristics of the AAFLs

	All AAFLs (n = 33)	Left atrium (n = 20)	Right atrium (n = 13)	p
Map volume (cc)	205 ± 64	192 ± 46	226 ± 82	.135
Number of points	5443 [3370–6582]	4827 [3459–6363]	6119 [3192–6856]	.524
Number of fragmented points	90 [57–137]	93 [70–150]	89 [53–133]	.573
Number of areas of fractionation	4 [3–6]	4 [2–6]	5 [3.5–6]	.598
Total surface of areas of fractionation (cm <sup>2</sup> )	4.2 [1.9–8.3]	4.3 [2.7–10.1]	3.1 [1.7–8.25]	.524
Areas of fractionation were found inside the tachycardia circuit (%)	31 (93.9%)	19 (95%)	12 (92.3%)	.751
An area of fractionation was found at the critical isthmus (%)	30 (90.9%)	19 (95%)	11 (84.6%)	.547
Ablation included at least 1 area of fractionation (%)	26 (78.8%)	16 (80%)	10 (76.9%)	.833

Note: Data are shown as mean ± SD, median [interquartile range], or number (percentage), when appropriate.

that globally include less points, dividing the window of interest in 15 intervals); the percentage of false fractionated points included in LAT valleys was lower than outside of them (22% vs. 27.9%,  $p < .001$ ). The percentage of false fractionated points was similar between the RA and LA.

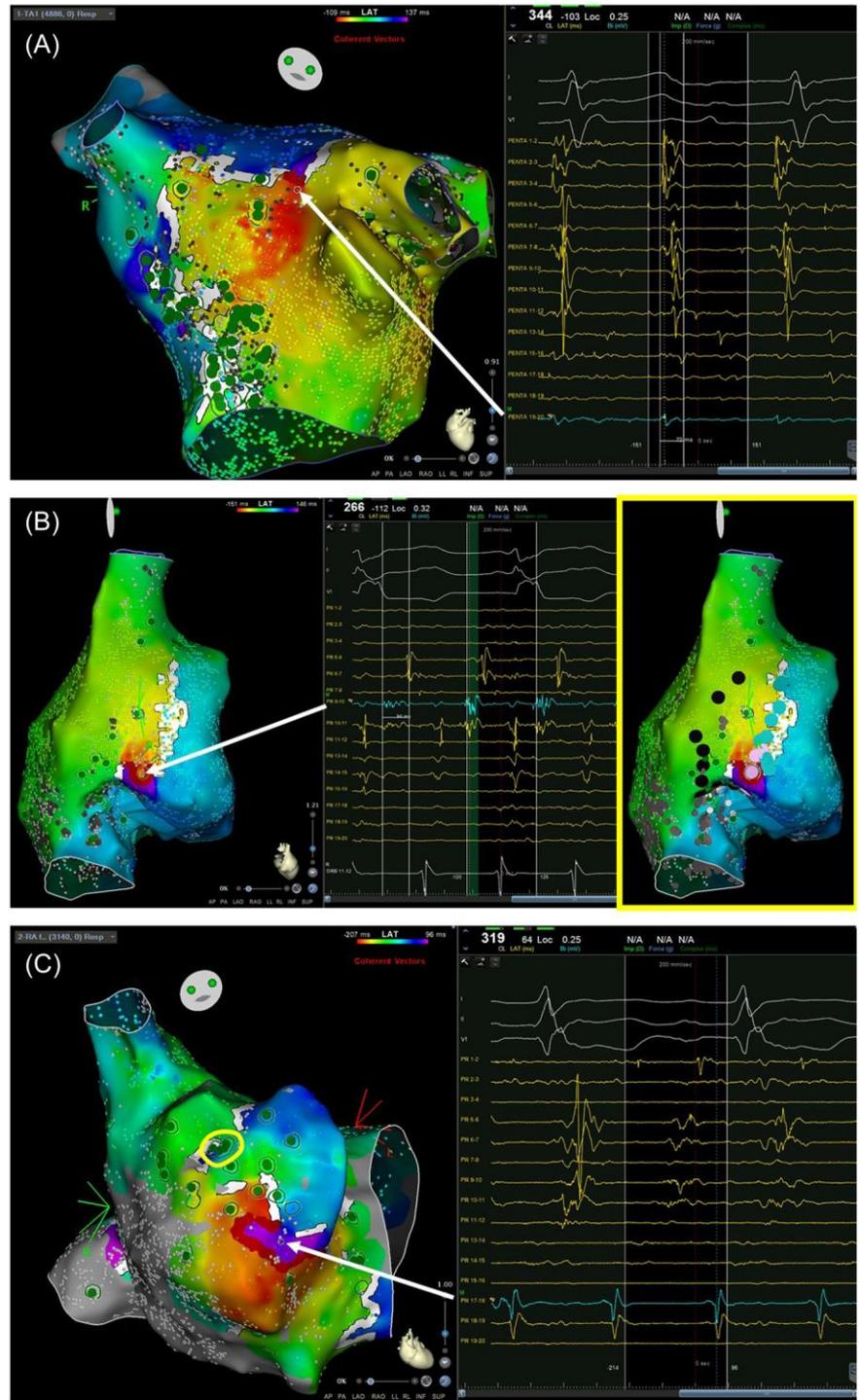
### 3.2 | Capacity of the algorithm to detect the critical isthmus of the tachycardias

Thirty-three AFLs were analyzed (Table 2). The median number of areas of fractionation per AAFL was 4,<sup>3–6</sup> with a total surface of 4.2 [1.9–8.3] cm<sup>2</sup>. No differences between left-atrial and right-atrial AAFLs were noted. The algorithm found an area of fractionation at the critical isthmus of the tachycardia in 30 AAFLs (91%). In another AAFL, an area of fractionation was found inside the tachycardia circuit, although not at the critical isthmus. Figure 4 shows the cases

in which no areas of fractionation were found at the critical isthmus of the tachycardia. Ablation success was evaluable in 31 AAFLs (in the other two cases, mechanical termination with the ablation catheter at the critical isthmus occurred before ablation); the success rate was 97% (30/31 cases). In 26 AAFLs (79%), target ablation included at least one area of fractionation. Focal ablation was performed in 13 of 33 cases (39%): seven scar-related small reentries, five at a gap of a previous line, and one in a macroreentry. In 12 of them (92%), an area of fractionation was present at the ablation site (considered the critical isthmus of the tachycardia); focal ablation was successful in all these cases (12/12 cases).

The total number of areas of fractionation was 144 (Table 3). Figure 5 shows their location. These areas were defined as false if <3 points showed true fractionation. Globally, 84% of the areas of fractionation were true; this percentage rose up to 100% of those located at critical isthmuses of the tachycardias. Fifty-four areas (37%) were located inside the AAFL circuits, of which 30 were

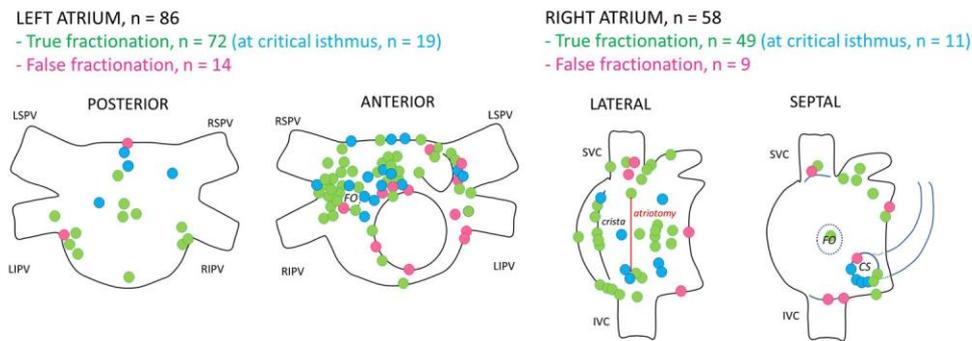
**FIGURE 4** Flutters without areas of fractionation detected at the critical isthmuses. (A) Peri-left pulmonary veins flutter due to a gap in a roof line; no fractionation was detected at the gap (arrow); in contiguous bipoles, fractionation was present but with maximum duration of 72 ms. (B) Incisional flutter (previous atriotomy); fractionation was present at the critical isthmus (arrow) (manually annotated during the case with pink markers, right panel), but the algorithm considered it to be isolated and <80 ms (no consistent with previous EGMs, which lasted up to 92 ms). (C) Small reentry located at the right atrial appendage; no fractionation was noted at the critical isthmus (arrow), although an area of fractionation (yellow line) and isolated fractionated points around the circuit were detected. PR or PENTA, PentaRay NAV catheter.



**TABLE 3** Characteristics of the areas of fractionation

	All (n = 144)	At the critical isthmus (n = 30)	Inside the circuit but no isthmus (n = 24)	Outside the circuit (n = 90)	p
True area of fractionation (%)	121 (84%)	30 (100%)	22 (91.7%)	69 (76.7%)	.006
Included into target ablation	30 (20.8%)	25 (83.3%)	4 (16.7%)	1 (1.1%)	<.001
Maximum duration (CL %)	41.5 ± 11.3	44.3 ± 10.3	41.4 ± 8.2	40.6 ± 12.2	.301
Surface (cm <sup>2</sup> )	0.6 [0.3–1.4]	1.15 [0.6–2.9]	0.75 [0.4–2.3]	0.5 [0.2–0.93]	.236

Note: Data are shown as mean ± SD, median [interquartile range] or number (percentage), when appropriate.



**FIGURE 5** Location of areas of fractionation. False areas are depicted in pink, whereas true areas are represented in green (or blue for those found at the critical isthmus of the tachycardias). The locations with more areas of fractionation were the anterior wall of the left atrium, toward the mitral annulus ( $n = 18$ ), and the left atrial septum including the anterior carina of the right pulmonary veins ( $n = 18$ ). In the right atrium, the location with more areas of fractionation was the lateral wall ( $n = 15$ , including areas related to previous atriotomies). CS, coronary sinus; FO, foramen ovale; IVC, inferior vena cava; LIPV, left inferior pulmonary vein; LSPV, left superior pulmonary vein; RIPV, right inferior pulmonary vein; RSPV, right superior pulmonary vein; SVC, superior vena cava

located at the critical isthmus of the tachycardia. The maximum duration of the EGMs comprised into areas of fractionation at the critical isthmuses was similar to those outside the tachycardia circuits; indeed, fragmented EGMs with the longest duration were found at the critical isthmus of the tachycardia in only 12 AAFLs (37%), and in only 14 cases (43%) inside the tachycardia circuit (isthmus or not). The surface value of the areas of fractionation was neither useful to predict their belonging to the tachycardia circuit.

To investigate the optimal specificity value to work with, we repeated the analysis of the areas of fractionation increasing the minimum fractionation score of the algorithm from 7 to 8, 9, and 10 (Table S4). Rising the fractionation score up to 9 did not decrease the capacity of the algorithm to detect areas of fractionation inside the tachycardia circuits (52 areas, 96% of the total areas;  $p = .500$  vs. fractionation score 7) or at the critical isthmuses (30 areas, 100%). However, setting the fractionation score at 10 compromised the detection of areas inside the circuit (43 vs. 53 with a fractionation score of 9,  $p = .004$ ) and, non-significantly, the detection of the critical isthmuses (25 vs. 30 with fractionation score 9,  $p = .063$ ).

Finally, we tested the additional value of filtering the areas of fractionation according to the time frame within the window of interest of the tachycardia in which the activation of the areas occurs. To do so, we selected the fragmented EGMs detected only in LAT valleys (Table S5). This strategy reduced the total number of detected fragmented EGMs to 42%, and the detected areas of fractionation to 44%. However, only 65% of the areas of fractionation inside the tachycardia circuits, and 80% of the areas located at the critical isthmus of the tachycardia, were detected.

## 4 | DISCUSSION

We have retrospectively tested the capacity of a mapping algorithm to detect the critical isthmus of AAFLs based on the presence of automatically detected fractionation. The PPV of the algorithm to

identify true fractionation was average. The new tool identified an area of fractionation at the critical isthmus in 91% of the cases, although most cases showed several areas of fractionation, so additional tools were needed to identify the critical isthmus; in the three AAFLs in which the critical isthmus was not detected, only one exhibited true fractionation at the critical isthmus. Hence, the novel algorithm performance was good for this purpose. Manual annotation of fragmented EGMs during mapping is also possible in current navigation systems and could have shown even better performance than this algorithm, as PPV would have been theoretically 100%. We, therefore, think that the main advantage of this software is that it can save mapping time, as operators do not have to focus on fractionation during mapping. It may also prevent important information on fractionation to be lost if unnoticed by operators, especially in an era when mapping catheters use more and more bipoles simultaneously, so it becomes more difficult to be aware of all available information.

Fractionated EGMs were not only found at critical isthmuses; fractionation just identifies sites with complex and slowed anisotropic conduction properties<sup>5,6</sup>; these include critical isthmuses, but also wavefront collision or pivoting sites, which is an intrinsic limitation of fractionation analysis to guide ablation.<sup>7</sup> Hence, several areas of fractionation were detected in most AAFLs, so in cases with >1 area of fractionation (94% in our series), other tools would be required to determine which one is located at the true isthmus of the tachycardia. For this purpose, careful analysis of LAT and propagation maps, and, especially, selective entrainment maneuvers performed at the sites with fractionation that might belong to the tachycardia circuit according to propagation maps, are of paramount importance.<sup>4,8</sup> The new algorithm may therefore be used in clinical practice as a complementary tool, integrated with LAT and propagation maps, to help for faster and easier detection of the critical isthmus of the tachycardia, especially for operators without extensive experience in AAFL ablation. Moreover, ablation strategies focused on fragmented EGMs in AAFLs,<sup>7</sup> and also in unstable atrial tachycardias,<sup>10</sup> are valid.

Hence, this algorithm may also be useful to select the ablation strategy. In fact, the ablation strategy, which was performed based on operators' preferences, included at least one area of fractionation in 79% of the cases in our series. This percentage was high due to the general trend in our Center to perform AAFL ablation targeting fragmented EGMs<sup>7</sup> instead of using an approach based on anatomically designed lines.

The PPV to detect true fractionation of the algorithm was reasonable (74.4%); false fractionated EGMs were however not infrequent, and 16% of all areas of fractionation were false, although all areas of fractionation detected at critical isthmuses were true. This reinforces the need of using other tools besides the novel algorithm to detect the critical isthmus of AAFLs among the identified fractionated areas. A new tool to automatically exclude ventricular farfield during mapping has been developed but could not be tested in our work due to its retrospective nature; this tool may therefore increase the PPV of the algorithm when it becomes commercially available, as ventricular farfield detection was the main reason for false fractionation. Increasing the minimum fractionation score of the algorithm increased the positive predictive value; we believe the optimal cut-off value to work with maybe 9, as all critical isthmuses were detected using this threshold, and the positive predictive value of points with a score <9 was low (50%). Raising the fractionation score to 10, however, compromised the detection of the critical isthmuses.

The value of selecting only fractionated points within LAT valleys was preliminarily attractive to enhance the specificity of the algorithm and was therefore evaluated. However, this strategy failed to find 20% of critical isthmuses (i.e., in these cases the critical isthmus of the tachycardia was not in the LAT valley). Nevertheless, specificity was indeed increased: only 44% of the total number of areas of fractionation, which included 80% of the critical isthmuses, remained when selecting only fractionated points in LAT valleys. Hence, we believe this tool is useful; a possible strategy could be to first assess the areas of fractionation included in LAT valleys (switching this filter on), and if none of them is compatible with being the critical isthmus of the tachycardia, switch the filter off and evaluate the rest of areas of fractionation.

Fractionation has not a universal definition,<sup>11</sup> and other studies have used different duration thresholds ( $\geq 40$  ms,  $\geq 70$  ms) for bipolar EGMs to define it.<sup>7,12</sup> In this study,  $\geq 80$  ms was selected as the duration threshold; it has been previously reported that fragmented EGMs located at slow conduction areas are longer ( $88 \pm 11$  ms) than those at other sites (wavefront collision areas, pivoting sites),<sup>6</sup> so that threshold might be considered sensitive enough for selecting fragmented EGMs within critical isthmuses and reasonably specific to exclude most fragmented EGMs unrelated to the tachycardia. However, most areas of fractionation (63%) were located outside the tachycardia circuit in our series. Previous studies showed that fragmented EGMs located inside the circuit of AAFLs are longer than those outside the circuits,<sup>7</sup> but the automatic detection of fractionation performed by the novel algorithm failed to replicate

those findings. This may be due to the fact that false fractionated EGMs were longer than true fractionated EGMs in our study. So, the duration of the areas of fractionation should not be used to identify the critical isthmus of the tachycardia with this algorithm. The surface of the areas of fractionation was neither useful for this purpose, which is understandable as critical isthmuses usually represent small portions of the circuit of AAFLs.

#### 4.1 | Study limitations

This is a retrospective, single-center validation study of pre-commercial software. Prospective validation of the software, when it becomes commercially available, is desirable to confirm our findings.

Only cases with high density of points (>1000) and complete maps were included to detect all the fragmented areas in the atrium of interest and be able to analyze the specificity of the algorithm. Hence, this study might not be valid for AAFL with unstable circuits, in which complete maps with high density of points cannot be usually performed.

## 5 | CONCLUSION

In this retrospective validation study, the new automatic algorithm, integrated with additional mapping tools and entrainment maneuvers, identified the critical isthmus of the tachycardia in most AAFLs. A fractionation score of 9 could be the optimal cut-off value to work with.

#### DATA AVAILABILITY STATEMENT

The data that support the findings of this study are available from the corresponding author upon reasonable request.

#### ORCID

Eduardo Franco  <http://orcid.org/0000-0003-2606-8823>

Cristina Lozano Granero  <http://orcid.org/0000-0002-2303-9755>

Nuno Cortez-Dias  <http://orcid.org/0000-0002-9244-4631>

#### REFERENCES

1. Coffey JO, d'Avila A, Dukkupati S, et al. Catheter ablation of scar-related atypical atrial flutter. *EP Europace*. 2013;15:414-419.
2. Ammar S, Luik A, Hessling G, et al. Ablation of perimitral flutter: acute and long-term success of the modified anterior line. *Europace*. 2015;17:447-452.
3. Anter E, McElderry TH, Contreras-Valdes FM, et al. Evaluation of a novel high-resolution mapping technology for ablation of recurrent scar-related atrial tachycardias. *Heart Rhythm*. 2016;13:2048-2055.
4. Winkle RA, Moskovitz R, Mead RH, et al. Ablation of atypical atrial flutters using ultra high density-activation sequence mapping. *J Interv Card Electrophysiol*. 2017;48:177-184.
5. Ouyang F, Ernst S, Vogtmann T, et al. Characterization of reentrant circuits in left atrial macroreentrant tachycardia: critical isthmus

- block can prevent atrial tachycardia recurrence. *Circulation*. 2002;105:1934-1942.
6. Frontera A, Takigawa M, Martin R, et al. Electrogram signature of specific activation patterns: analysis of atrial tachycardias at high-density endocardial mapping. *Heart Rhythm*. 2018;15:28-37.
  7. Franco E, Lozano Granero C, Matía R, et al. High-density mapping with fragmentation analysis in patients with reentrant atrial tachycardias (MAP-FLURHY study). *J Interv Card Electrophysiol*. 2022;63:513-522.
  8. Laçcu DG, Bun SS, Viera F, et al. Selection of critical isthmus in scar-related atrial tachycardia using a new automated ultrahigh resolution mapping system. *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology*. 2017;10:e004510.
  9. Adragão P, Matos D, Costa FM, et al. A new electrophysiologic triad for identification and localization of the critical isthmus in atrial flutter. *Rev Port Cardiol*. 2020;39:309-314.
  10. Franco E, Lozano Granero C, Matía R, et al. Stabilization of unstable reentrant atrial tachycardias via fractionated continuous electrical activity ablation (CHAOS study). *Cardiology Journal*. 2022. doi:10.5603/CJ.a2022.0036
  11. Van der Does LJME, de Groot NMS. Inhomogeneity and complexity in defining fractionated electrograms. *Heart Rhythm*. 2017;14:616-624.
  12. Lellouche N, Buch E, Celigoj A, et al. Functional characterization of atrial electrograms in sinus rhythm delineates sites of parasympathetic innervation in patients with paroxysmal atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol*. 2007;50:1324-1331.

#### SUPPORTING INFORMATION

Additional supporting information can be found online in the Supporting Information section at the end of this article.

**How to cite this article:** Franco E, Lozano Granero C, Cortez-Dias N, et al. Automatic identification of areas with low-voltage fragmented electrograms for the detection of the critical isthmus of atypical atrial flutters. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2022;1-10. doi:10.1111/jce.15758

**Anexo 5. Franco E, Lozano Granero C, Matía R, Hernández-Madrid A, Sánchez Pérez I, Zamorano JL, Moreno J. Stabilization of unstable reentrant atrial tachycardias via fractionated continuous electrical activity ablation (CHAOS study). *Cardiol J* 2022; doi: 10.5603/CJ.a2022.0036.**

doi: 10.5603/CJ.a2022.0036. Online ahead of print.



# Stabilization of unstable reentrant atrial tachycardias via fractionated continuous electrical activity ablation (CHAOS study)

Eduardo Franco<sup>1</sup> , Cristina Lozano Granero<sup>1</sup>, Roberto Matía<sup>1</sup>,  
 Antonio Hernández-Madrid<sup>1</sup>, Inmaculada Sánchez Pérez<sup>2</sup>,  
 José Luis Zamorano<sup>1</sup>, Javier Moreno<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Arrhythmia Unit, Cardiology Department, University Hospital Ramón y Cajal, Madrid, Spain

<sup>2</sup>Pediatric Cardiology Department, University Hospital Ramón y Cajal, Madrid, Spain

## Abstract

**Background:** *Unstable reentrant atrial tachycardias (ATs) (i.e., those with frequent circuit modification or conversion to atrial fibrillation) are challenging to ablate. We tested a strategy to achieve arrhythmia stabilization into mappable stable ATs based on the detection and ablation of rotors.*

**Methods:** *All consecutive patients from May 2017 to December 2019 were included. Mapping was performed using conventional high-density mapping catheters (IntellaMap ORION, PentaRay NAV, or Advisor HD Grid). Rotors were subjectively identified as fractionated continuous (or quasi-continuous) electrograms on 1–2 adjacent bipoles, without dedicated software. In patients without detectable rotors, sites with spatiotemporal dispersion (i.e., all the cycle length comprised within the mapping catheter) plus non-continuous fractionation on single bipoles were targeted. Ablation success was defined as conversion to a stable AT or sinus rhythm.*

**Results:** *Ninety-seven patients with reentrant ATs were ablated. Of these, 18 (18.6%) presented unstable circuits. Thirteen (72%) patients had detectable rotors (median 2 [1–3] rotors per patient); focal ablation was successful in 12 (92%). In the other 5 patients, 17 sites with spatiotemporal dispersion were identified and targeted. Globally, and excluding 1 patient with spontaneous AT stabilization, ablation success was achieved in 16/17 patients (94.1%). One-year freedom from atrial arrhythmias was similar between patients with unstable and stable ATs (66.7% vs. 65.8%,  $p = 0.946$ ).*

**Conclusions:** *Most unstable reentrant ATs show detectable rotors, identified as sites with single-bipole fractionated quasi-continuous signals, or spatiotemporal dispersion plus non-continuous fractionation. Ablation of these sites is highly effective to stabilize the AT or convert it into sinus rhythm. (Cardiol J)*

**Key words:** atypical atrial flutter, atrial tachycardia, ablation, rotor, high-density mapping

## Introduction

Reentrant atrial tachycardias (ATs), excluding cavotricuspid isthmus (CTI)-dependent atrial flutter, can be challenging to map, especially in unstable circuits (i.e., those with frequent circuit modification or conversion to atrial fibrillation [AF]).

These cases, which account for up to 15–20% [1, 2], are considered non-mappable and ablation is frequently not attempted. Electrical cardioversion and re-induction of the clinical AT can be tried, but arrhythmia induction and stabilization is often

Address for correspondence: Eduardo Franco, MD, PhD, Arrhythmia Unit, Cardiology Department, University Hospital Ramón y Cajal, Carretera de Colmenar Viejo, Km 9.100, ZIP: 28034, Madrid, Spain, tel: +34 913 36 9006, fax: +34 913 36 8515, e-mail: efranco@academiamir.com

Received: 5.08.2021

Accepted: 19.11.2021

Early publication date: 13.05.2022

This article is available in open access under Creative Common Attribution-Non-Commercial-No Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0) license, allowing to download articles and share them with others as long as they credit the authors and the publisher, but without permission to change them in any way or use them commercially.

difficult to achieve. Class Ic antiarrhythmic agents can be used for this purpose [3], but modification of atrial conduction properties can lead to non-clinical ATs. Another strategy is to perform substrate mapping and ablation in sinus rhythm [4].

Patients with unstable circuits have been excluded from most reentrant AT ablation series, which have focused on mappable circuits [1, 2, 5–9]. These patients are frequently considered untreatable with ablation, and this may lead to cessation of rhythm control and acceptance that the atrial arrhythmia is permanent. In recent years, ablation strategies that try to terminate AF via identification and ablation of AF drivers (rotational or focal) have emerged [10]. Another approach is to ablate areas with electrical spatiotemporal dispersion (STD) as a surrogate of local rotational activation [11]. Given the known relationship between AF and reentrant ATs [12], we hypothesized that these strategies, specifically ablation of sites with rotational activation (i.e., rotors), might as well be used to stabilize or terminate unstable reentrant ATs.

The conversion of hardly mappable atrial tachycardias via rotor ablation into sinus rhythm (CHAOS) study was a prospective single-center study, designed to test an ablation strategy in patients with unstable reentrant ATs based on the ablation of rotors, which were subjectively identified with conventional high-density mapping catheters as sites with fractionated quasi-continuous electrograms (EGMs) on 1–2 adjacent bipoles.

## Methods

The single-center CHAOS study prospectively included all patients scheduled for reentrant AT ablation from May 2017 to December 2019, excluding patients diagnosed with CTI-dependent atrial flutter, in which the tachycardia circuit was deemed non-mappable due to continuous circuit modification or conversion to AF. All patients had pre-procedural documentation of reentrant AT on the surface electrocardiogram (ECG) based on the following: 1) the presence of continuous atrial activity on the surface ECG, or: 2) in patients with focal AT pattern, the arrhythmia behavior (stable cycle length without modification at onset or end) and patient characteristics (diseased atria) [13]. Patients could present to the ablation procedure in sinus rhythm, AT or AF.

## Procedures

After achieving echography-guided femoral vein access, a 24-pole diagnostic catheter (Woven

Orbiter, Boston Scientific Inc.) was placed around the tricuspid annulus with its distal part in the coronary sinus. If the initial rhythm was AT, entrainment from both right and left atria (via coronary sinus) was used to define AT origin. If the patient was in sinus rhythm, atrial programmed stimulation with ramps was first used to induce AT.

Patients were included if AF was induced or conversion from AT to AF (or continuous AT circuit changes, considered equivalent to AF) happened during the procedure and no spontaneous re-conversion to a stable AT occurred during the following 15 min. Also, patients with AF as the initial rhythm were included.

## Mapping protocol and rotor identification

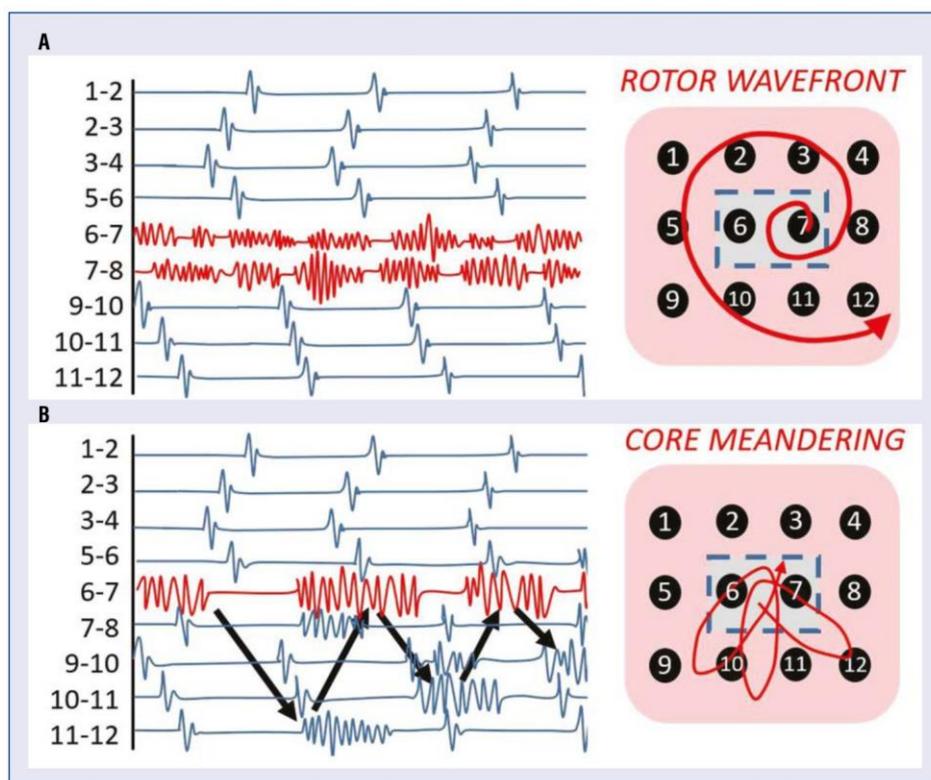
Mapping was performed using conventional high-density electroanatomical mapping catheters (IntellaMap ORION, Boston Scientific Inc.; PentaRay NAV, Biosense Webster Inc.; or Advisor HD Grid, Abbott Medical Inc.) and their respective mapping system (Rhythmia, Carto3, or Ensite Precision).

Rotors were subjectively identified as fractionated continuous (or quasi-continuous) bipolar EGMs on 1–2 adjacent bipoles of the mapping catheter, using a digital recorder (Bard LabSystem Pro) at 200 mm/s speed (Fig. 1A). When such EGMs were identified, the mapping catheter was kept still for 10 s to confirm temporal stability of the rotor, which was then annotated with a manual marker deployed on an electroanatomical bipolar voltage map.

If rotors were absent in both atria, or rotor ablation was unsuccessful to stabilize or terminate AF, sites with STD (i.e., all the AF cycle length comprised within the different bipoles of the mapping catheters) plus non-continuous fragmentation on single bipoles, arbitrarily defined as continuous bipolar EGMs with > 4 deflections and total duration > 70 ms, were manually annotated and targeted for ablation (Fig. 1B). At least 10 s of temporal stability was also required for these sites.

## Ablation protocol

Radiofrequency ablation was performed using open-tip irrigated catheters (IntellaNav MIFI, Boston Scientific Inc.; Thermocool SmartTouch, Biosense Webster Inc.; TactiCath, Abbott Medical Inc.; or TactiCath, Sensor Enabled, Abbott Medical Inc.). First, focal ablation of the identified rotors was performed with 1–4 adjacent lesions. If rotor ablation was unsuccessful, sites with STD were targeted using the same focal approach.



**Figure 1.** Schematic rationale of rotor detection using a hypothetical 12-pole mapping catheter; **A.** A stable rotor would theoretically show fractionated quasi-continuous electrograms on the bipoles placed on the rotor core (6–7), because the mapping area of that bipole would detect electrical activity during almost all the cycle length. Other bipoles may (or may not) show some degree of fractionation. Red arrow represents rotor spiral wavefront; **B.** If the rotor core meanders around the neighboring tissue, the fractionation would move between different bipoles through time, resulting in non-continuous fractionation. Red arrow represents meandering of the rotor core.

Rotor ablation success was defined, for each patient, as conversion to sinus rhythm or a stable AT using the aforementioned strategy. If rotors were present within the pulmonary veins antra, circumferential pulmonary vein isolation (PVI) of that vein or pair of veins was performed including the rotor within the line. If rotor ablation was performed < 1 cm from a scar or another radiofrequency application, an ablation line between them was performed. If rotor ablation was not successful, electrical cardioversion and empirical PVI plus CTI ablation was performed.

All stable ATs were mapped using local activation time mapping, propagation mapping and entrainment, and subsequently ablated. In the case of conversion to another AT, the new AT was mapped and ablated. If the patient had undergone previous ablation procedures, bidirectional block of the previously performed lines (including circumferential PVI in patients with prior AF ablation) was checked, and ablation was performed if gaps

were present. Pulmonary vein isolation was not performed in all patients, but it was routinely completed in those with previously documented AF.

Finally, programmed atrial stimulation was used to test arrhythmia inducibility; if other sustained ATs were induced, they were mapped and ablated. Procedural success was defined as the successful ablation of all inducible ATs, without requiring electrical cardioversion, with final sinus rhythm and non-inducibility at the end of the procedure.

### Follow-up

Patients were followed up with clinical visits and 24-h Holter monitoring at 3, 6, and 12 months. Any arrhythmia lasting > 30 s, according to patients' symptoms or documented on Holter monitoring, was considered a recurrence. A blanking period of 3 months, in which recurrences were mostly treated with electrical cardioversion, was considered.

**Table 1.** Comparison between clinical variables of the included patients and patients with mappable reentrant atrial tachycardias scheduled for ablation in our center during the inclusion period.

	Included patients (non-mappable ATs) (n = 18)	Other patients (mappable ATs) (n = 79)	P
Age [years]	72.1 ± 8.9	70.5 ± 9.0	0.514
Females	9 (50%)	45 (57%)	0.610
Left ventricular ejection fraction [%]	58 [54–61]	64 [55–71]	<b>0.023</b>
Indexed left atrial volume [mL/m <sup>2</sup> ]	36.6 ± 11.9	45.8 ± 17.4	<b>0.038</b>
Significant structural cardiopathy	9 (50%)	43 (54%)	0.797
Previous atrial fibrillation	11 (61%)	38 (48%)	0.435
Prior ablation procedures:	11 (61%)	35 (44%)	0.296
Pulmonary vein isolation	5 (28%)	18 (23%)	
CTI ablation	6 (33%)	19 (24%)	
Other reentrant AT ablation	3 (17%)	7 (9%)	
Prior cardiac surgery	4 (22%)	22 (39%)	0.772

Data are shown as mean ± standard deviation, median [interquartile range] or number (percentage), when appropriate; AT — atrial tachycardia; CTI — cavotricuspid isthmus

## Statistical analysis

Categorical variables are described as number (percentage) and were compared with the  $\chi^2$  or Fisher's exact test, as appropriate. Continuous variables are described as mean ± standard deviation for variables with normal distributions or as median (interquartile range) for variables not normally distributed. The Kolmogorov-Smirnov test was used to assess normality in continuous variables. Comparisons among normal continuous variables were made using Student's t tests (normal variables) or Mann-Whitney U tests (for variables not normally distributed). Bilateral p values < 0.05 were considered statistically significant. For survival analysis (recurrence of atrial arrhythmias), the Kaplan-Meier method was used. Statistical analysis was performed using SPSS Statistics Base version 22.0 package (IBM Inc., Armonk, NY).

## Results

From May 2017 to December 2019, 97 patients were scheduled for reentrant AT ablation, excluding CTI-dependent atrial flutter. Of these, 18 (18.6%) patients presented non-mappable circuits and were included (Table 1). Seven (39%) patients were > 75 years of age, and 4 (22%) patients were > 80 years of age. Seven (39%) patients had severe left atrium dilation. Mean procedural time was 265 ± 67 min, and mean fluoroscopy use, expressed as dose-product area, was 28,499 ± 10,212 mGy · cm<sup>2</sup>. Of note, only 5 patients were on rhythm control drugs (flecainide, n = 2; propafenone, n = 1;

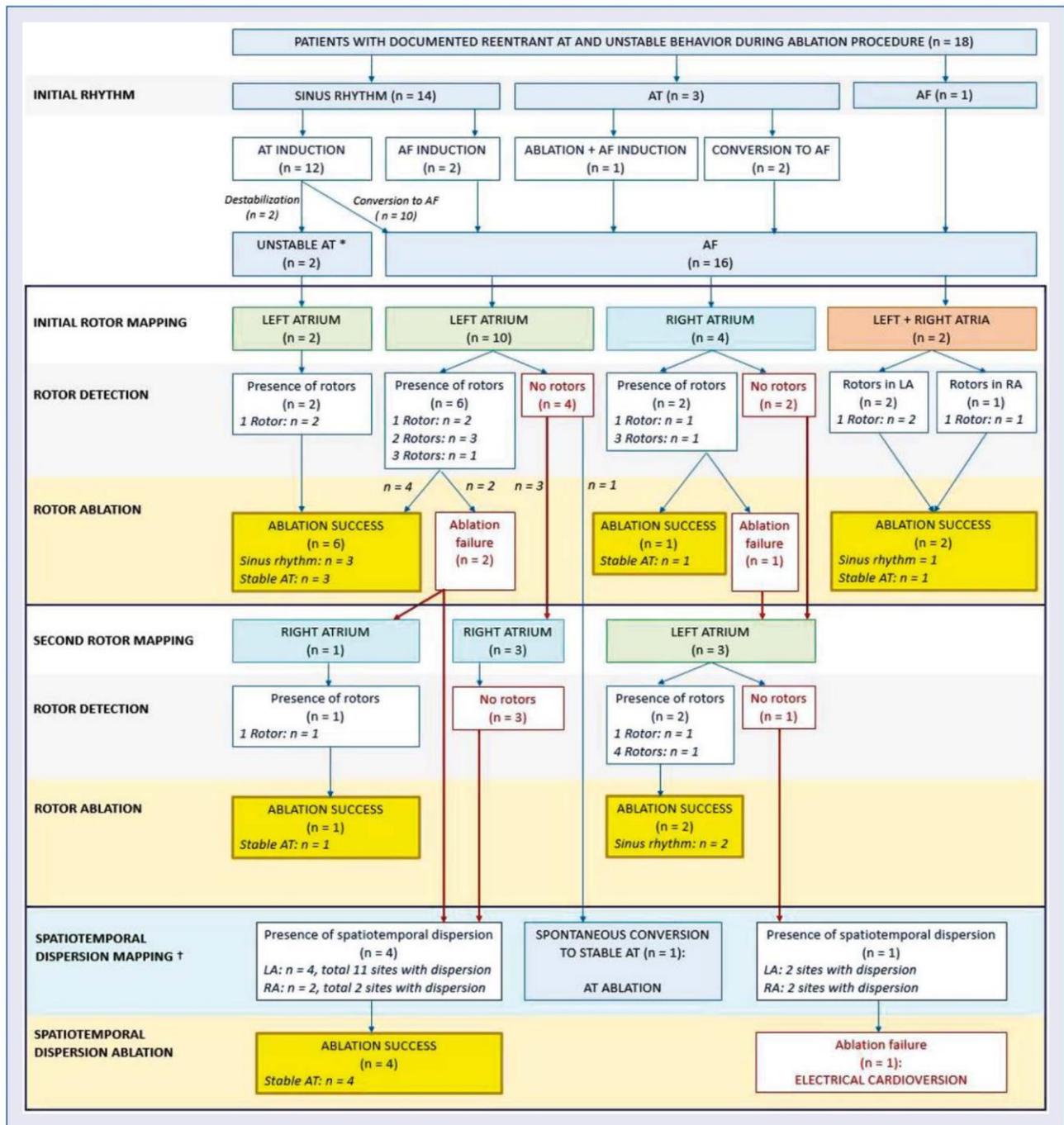
sotalol, n = 1; and amiodarone, n = 1) before the index procedure.

The included patients (with non-mappable circuits) had less enlarged left atria than those with mappable circuits.

## Mapping and rotor ablation

Among the 18 included patients, 14 (77.7%) presented to the ablation procedure in sinus rhythm; in 12 patients, an AT was induced but was considered not mappable due to conversion to AF (n = 10) or continuous circuit modification (n = 2); in the other 2 patients, programmed atrial stimulation directly induced AF. Three (16.7%) patients presented in AT; in 2 of them, conversion to AF during mapping occurred; in the other patient, after successful ablation of the index AT, programmed atrial stimulation induced AF. One (5.6%) patient presented in AF.

Mapping was performed with PentaRay NAV catheter (Carto3) in 5 (28%) patients, with IntelMap ORION (Rhythmia) in 11 (61%) patients, and with Advisor HD Grid (Ensite Precision) in 2 (11%) patients. There were no significant differences among the mapping catheters in the presence or number of detected rotors or sites with STD and non-continuous fragmentation; also, operators did not perceive subjective differences in mapping performance using the 3 catheters. Contact force-sensing catheters were used for ablation in 6 (33.3%) patients. In 9 (50%) patients, rotor mapping and ablation was performed only in the left atrium; in 1 patient, only in the right atrium;

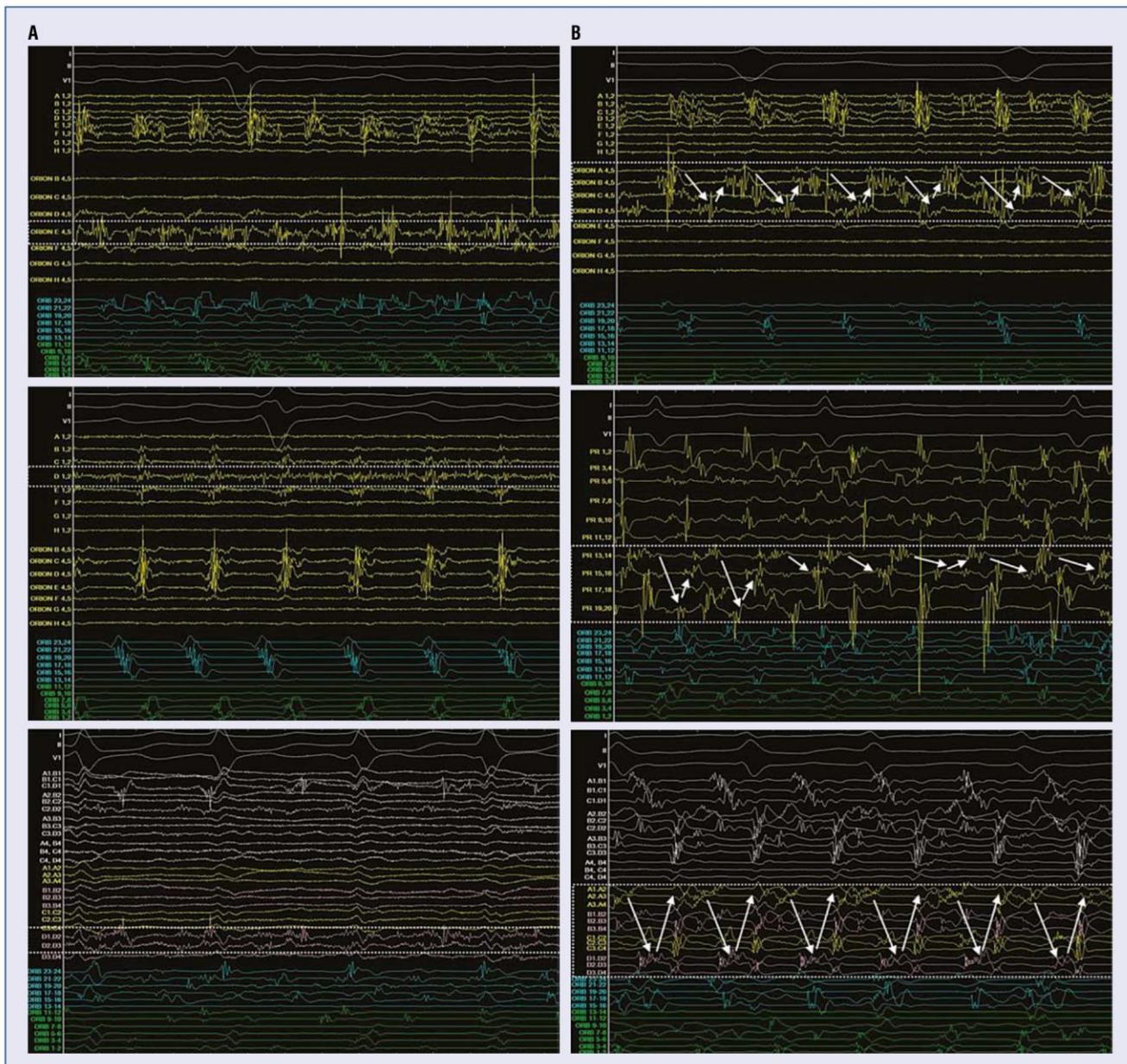


**Figure 2.** Detailed mapping and ablation approach; \*Unstable atrial tachycardia (AT) is defined as having continuous circuit modification; †Spatiotemporal dispersion mapping was biatrial in all patients apart from one, in whom, after failed rotor ablation in the left atrium (LA), sites with spatiotemporal dispersion were successfully targeted in the LA before considering right atrium rotor mapping; AF — atrial fibrillation.

and in the other 8 (44.4%) patients, both atria were mapped. The median number of acquired points with each mapping system is shown in **Supplementary Table 1**. The detailed rotor mapping and ablation approach is shown in Figure 2.

Rotors, defined as sites with fractionated quasi-continuous signals on 1–2 adjacent bipoles

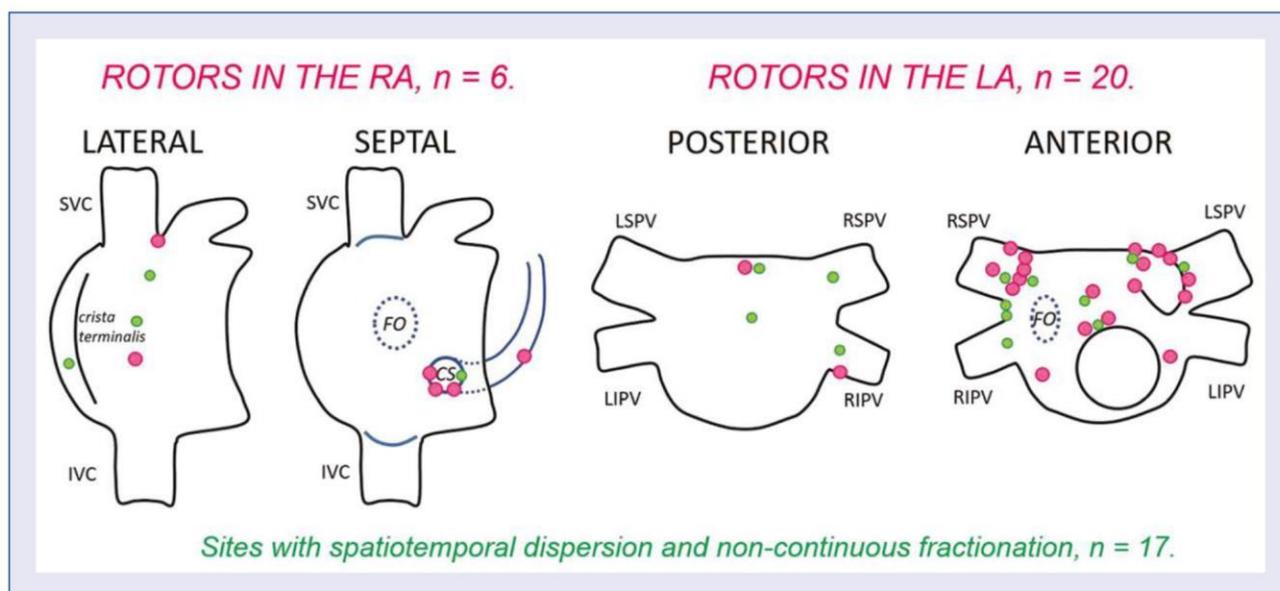
of the mapping catheter, were found in 13 (72%) patients (median 2 [1–3] rotors per patient) (Fig. 3A); all detected rotors showed temporal permanence after mapping and were a target of ablation. Focal rotor ablation was effective in 12 (92%) of these patients; in the other patient, after unsuccessful rotor ablation, 2 sites with STD and non-



**Figure 3.** Representative examples of rotors and sites with spatiotemporal dispersion; **A.** Examples of rotors (dotted lines); upper panel and middle panel: IntellaMap ORION catheter; rotors detected in a single bipole; lower panel: Advisor HD Grid catheter; rotor detected in 2 adjacent bipoles (D1–D2 and D2–D3); note the low voltage of electrical signals in the middle and lower panel; **B.** Examples of sites with spatiotemporal dispersion and non-continuous fractionation (dotted lines); arrows represent hypothetical trajectory of a meandering rotor core; upper panel: IntellaMap ORION catheter; middle panel: PentaRay NAV catheter (PR); lower panel: Advisor HD Grid catheter; paper speed: 200 mm/s; ORB — Woven Orbiter catheter; blue bipoles around tricuspid annulus and green bipoles into the coronary sinus.

continuous fragmentation were detected and successfully ablated to stabilize AF into reentrant AT. In 1 patient without detectable rotors, spontaneous stabilization of AF into reentrant AT happened during mapping, and AT ablation could be successfully performed. In the other 4 patients without rotors, sites with STD and non-continuous fragmentation were detected (2, 3, 4, and 6 sites in each patient)

(Fig. 3B); ablation of these sites resulted in arrhythmia stabilization into AT in 3 (75%) patients; the other patient received electrical cardioversion. Figure 4 shows location of the detected rotors and sites with STD and non-continuous fragmentation; globally 44% were related to the pulmonary vein antra, and 72% of patients had rotors or sites with STD related to the pulmonary vein antra.



**Figure 4.** Location of rotors (pink dots) and sites with spatiotemporal dispersion and non-continuous fragmented electrograms (green dots). Eleven (42%) rotors were related to the antra of the pulmonary veins, especially the anterior aspect of the right superior pulmonary vein (RSPV;  $n = 6$ ) and the ridge between the left atrial appendage and the left superior pulmonary vein (LSPV;  $n = 4$ ); CS — coronary sinus; FO — foramen ovale; IVC — inferior vena cava; LIPV — left inferior pulmonary vein; LA — left atrium; RA — right atrium; RIPV — right inferior pulmonary vein; SVC — superior vena cava.

### Ablation and procedural success

Globally, and excluding the patient in whom spontaneous conversion of AF into AT occurred, ablation of rotors or sites with STD was effective in 16/17 patients (rotor ablation success: 94.1%); in 6 patients, conversion to sinus rhythm occurred, whereas in the other 10 patients, ablation resulted in stable AT. In 9/17 (53%) patients, the specific rotor or site with STD whose ablation achieved rotor ablation success was located within the pulmonary vein antra. **Supplementary Table 2** shows details about the ATs induced in each patient and the ablation strategy performed; 19 macroreentries and 10 microreentries were found; 5 focal ATs appeared. Considering previous ablations and the index procedure, 11 (61%) patients had PVI, and 15 (83%) patients had CTI ablation.

Procedural success was achieved in 16/18 patients (88.9%). The 2 patients with failed procedure were the one in whom rotor ablation was not effective and electrical cardioversion was needed (empirical PVI plus CTI ablation was performed), and the second was a patient with successful rotor ablation and subsequent ablation of 2 reentrant ATs but with inducibility of another AT that was not ablated afterwards (it was terminated with entrainment maneuvers and no re-inducibility was attempted). There were no procedural complica-

tions. In patients with mappable reentrant ATs, the rates of procedural success (92.4%;  $p = 0.639$ ) and procedural complications (11.4%;  $p = 0.200$ ) were similar.

### Clinical results

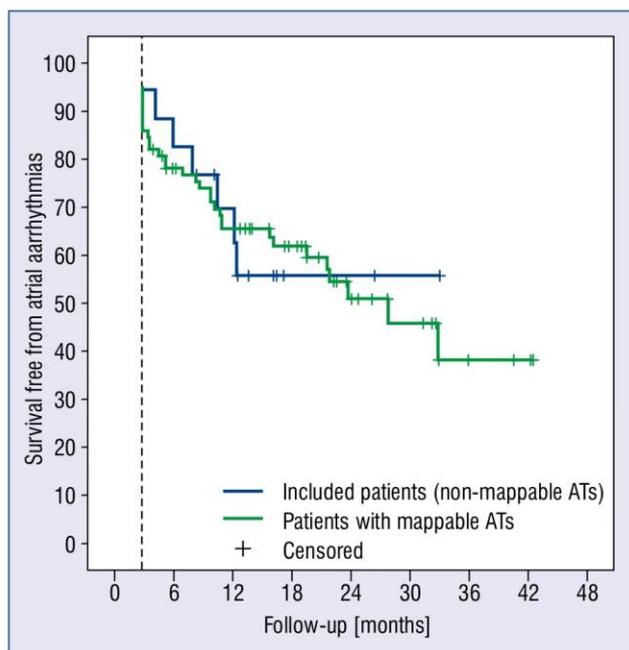
After a mean follow-up of  $19.3 \pm 15.3$  months, and excluding a 3-month blanking period, mean survival free from atrial arrhythmias was  $22.1 \pm 3.5$  months (95% confidence interval [CI]: 15.4–28.9 months). Clinical and procedural variables of patients with and without recurrences of atrial arrhythmias are shown in Table 2. No statistical comparisons were made due to the limited sample size.

Five patients had arrhythmia recurrences during the blanking period; in 3 of them, electrical cardioversion was performed, with one recurrence after the blanking period; in the other 2 patients, rhythm control strategy was abandoned, and atrioventricular node ablation plus pacemaker implantation was needed. Eight patients had arrhythmia recurrences after the blanking period (including the 2 patients in whom rhythm control was stopped): 5 with AT and 3 with AF; 3 reablation procedures were performed; 2 showed a different reentrant AT, and one showed a gap-related AT. Of the 15 patients with follow-up  $> 1$  year, 10 (66.7%) were free from atrial arrhythmias at a 12-month follow-up.

**Table 2.** Clinical and procedural variables of patients with and without recurrence of atrial arrhythmias.

	Patients without recurrence (n = 10)	Patients with recurrence (n = 8)
Age [years]	71.1 ± 11.2	73.2 ± 5.3
Females	4 (40%)	5 (63%)
Left ventricular ejection fraction [%]	56 [42–60]	60 [55–66]
Indexed left atrial volume [mL/m <sup>2</sup> ]	33.6 ± 10.6	40.2 ± 13.0
Significant structural cardiopathy	5 (50%)	4 (50%)
Previous atrial fibrillation	6 (60%)	5 (63%)
Prior ablation procedures	9 (90%)	2 (25%)
Prior cardiac surgery	2 (20%)	2 (25%)
Procedural time [min]	260 ± 66	267 ± 72
Presence of rotors	7 (70%)	6 (75%)
Use of contact force-sensing ablation catheters	3 (30%)	3 (37%)
Pulmonary vein isolation*	7 (70%)	4 (50%)
Cavotricuspid isthmus ablation*	8 (80%)	7 (88%)

\*Performed during the index or previous procedures. Data are shown as mean ± standard deviation, median [interquartile range] or number (percentage), when appropriate. No statistical comparisons between patients with or without recurrence were made because of the limited sample size.



**Figure 5.** Estimated survival free from atrial arrhythmias, excluding a 3-month blanking period, in included patients and patients with ablation of mappable reentrant atrial tachycardias (ATs) during the same period.

Mean survival free from atrial arrhythmias in patients with ablation of mappable reentrant ATs during the same period ( $24.9 \pm 2.1$  months; 95% CI: 20.7–29.2 months) was similar ( $p = 0.740$ )

(Fig. 5), as well as 1-year freedom from atrial arrhythmias (65.8%,  $p = 0.946$ ).

## Discussion

We have tested an ablation strategy for unstable reentrant ATs based on focal rotor ablation. To our knowledge, this is the first study that uses driver ablation in patients with reentrant ATs to stabilize unstable circuits.

Ablation of reentrant ATs, excluding CTI-dependent atrial flutter, has shown limited 1-year freedom from atrial arrhythmias in recent reports (51–77%) [1, 5–7]. Moreover, acute procedural success, defined as AT termination into sinus rhythm or conversion to another AT, is not achieved in 10–15% of cases [1, 5–7]. We have obtained, in a cohort of patients classically excluded from other series and considered as especially complex, similar rates of procedural success (88.9%) and 1-year freedom from atrial arrhythmias (66.7%). In patients with mappable reentrant ATs ablated in the same period in our center, results were also comparable. Interestingly, the included patients had less dilated atria than these patients with mappable reentrant ATs; maybe, in a more enlarged atrium, with more dense-scarred tissue and less conduction speed, reentrant circuits are more prone to stabilize.

Rotor identification has to date been based mostly on the use of dedicated catheters and/or

software that imply additional costs and time consumption during ablation procedures [14–17]. Conversely, STD analysis as a tool to find rotational activity can be performed with conventional high-density mapping catheters and is subjectively performed by operators according to visually detectable electrical patterns that show very high (94.3%) interobserver concordance [11]. Of these patterns, the most specific is the finding of a fractionated continuous signal in a single bipole of the mapping catheter, present in almost all regions with dispersion and in almost no regions without dispersion [11]. We hypothesize that fractionated continuous (or quasi-continuous) activity should be visualized within the majority of rotor cores on bipolar signals, as true functional microreentries (Fig. 1A); in fact, fragmentation to consider ‘conventional’ anatomical microreentry has been defined as that comprising > 75% of the tachycardia cycle length [9, 18]. In peripheral regions, however, we believe that spatiotemporal distribution of signals (i.e., all the AF cycle length comprised within the different bipoles of the mapping catheter), which may exhibit some fractionation but not in a continuous manner, could be the most frequent pattern. Besides, finding the rotor pivoting point (i.e., the core) would allow focal ablation, which should be sufficient to stop rotational activity without the need to perform more extensive ablation of all the rotor ‘region’. For these reasons, we decided to use the finding of fractionated quasi-continuous signals on a limited number of adjacent bipoles of the mapping catheter as our definition of rotor. This definition, whether representing or not the true core of rotors, allowed focal ablation with high efficacy in our series.

Another pattern — electrical STD plus non-continuous fragmentation on single bipoles — was used as the marker of rotational activity for patients in whom the former pattern could not be found. We hypothesize that if the rotor core slightly travels with a rotational pattern, fractionated but not continuous activity could be visualized with single bipoles of the mapping catheter located within the travelling trajectory of the rotor core (Fig. 1B). The detection of this pattern is feasible with all the mapping catheters used in this study, but it will show some differences due to the particular architecture of each catheter. When using the IntellaMap ORION catheter, because of its spherical shape, only some splines will be in contact with the tissue and will show EGMs; hence, electrical STD will usually be visualized in some splines. Also, when using PentaRay NAV or Advisor HD Grid (which ideally have the entire mapping surface in

contact with the tissue when mapping), electrical STD can usually be found covering the majority of the bipoles (as seen in Fig. 3B).

In patients with AF, conversion rates with driver ablation range between one third [19] and two thirds of cases in most reports [17], with a pooled success rate of 39.6% in a recent meta-analysis [10], although higher efficacies up to 95% have been reported [11]. The high conversion rate observed in our series could be related to the nature of the arrhythmia; in the continuum between stable reentrant AT and AF, unstable reentrant ATs might exhibit atrial conduction properties less prone to chaotic conduction than AF, and hence easier to stabilize through ablation. Also, the mean number of rotors we found in our cohort ( $2.0 \pm 1.23$  rotors per patient) is in the low range of reported data on AF driver ablation (which ranges from  $1.8 \pm 1.23$  to  $5 \pm 1.5$  drivers per patient) [11, 20], although no clear relationship between the number of drivers and ablation success to convert AF seems to exist [10]. The main location of rotors was the pulmonary vein antra (42%), which is a common place for AF drivers. In a study that specifically addressed locations where AF termination was achieved in a cohort of AF patients [16], 27.5% of terminations occurred ablating within the pulmonary vein antra, and in 91% of these locations a rotor was detected.

Another reason that may justify our rotor ablation success rate is a higher short-term spatiotemporal stability of rotors in the context of unstable AT than in AF. Although this affirmation is hypothetical, all rotors that were found through initial mapping in our cohort persisted in the same location when mapping was completed several minutes afterwards. The 10-s criterion to determine temporal stability of rotors in our series was arbitrarily set between reported time criteria, which ranges between 2.5 s and 30 s [11, 21]. However, spatiotemporal stability of drivers in the medium or long term in AF patients has not been demonstrated [22], which might account at least partially (along with atrial disease progression) for arrhythmia recurrences after driver ablation both in AF and unstable AT patients. Indeed, 37.5% of recurrences in our cohort were AF instead of AT.

In this study, we performed PVI only in patients with prior AF diagnosis (11/18 patients). In this subgroup, arrhythmia recurrence rate was numerically lower (4/11 patients, 36%) than in the subgroup of patients without PVI (4/7 patients, 57%), although no statistical comparisons were performed due to the limited sample size. It is possible that routine PVI might decrease atrial arrhyth-

mia recurrence in patients with reentrant AT without previous AF diagnosis, but larger studies are needed to test this hypothesis. Moreover, most patients had rotors or sites with STD within the pulmonary vein antra (72%), and, globally, ablation of a specific rotor or site with STD in this location achieved rotor ablation success in 53% of patients. Hence, we can assume that empirical wide antral PVI (including the ridge between the left atrial appendage and the left superior pulmonary vein, and the posterior interatrial septum) would have had that success rate and would therefore be another valid initial approach for patients with unstable reentrant ATs.

### Limitations of the study

The main limitation of this study is the limited sample size, because it was a single-center study and patients with non-mappable reentrant ATs scheduled for ablation are not frequent. Also, because this was an observational study, no comparisons were made with other ablation strategies (e.g., substrate ablation), which may have also been effective; in this regard, we did not perform substrate mapping in sinus rhythm (in patients with initial sinus rhythm) nor use voltage information to guide the initial rotor ablation strategy.

### Conclusions

Most non-mappable reentrant ATs show detectable rotors, identified as sites with single-bipole fractionated quasi-continuous signals, or STD with non-continuous fractionation. Ablation of these sites is highly effective to stabilize the AT or convert it into sinus rhythm.

**Conflict of interest:** Dr. Eduardo Franco has received consulting fees from Biosense Webster. Dr. Javier Moreno has received consulting fees from Boston Medical, Abbott Medical, and Biosense Webster. The rest of the authors declare no conflicts of interest.

### References

1. Anter E, McElderry TH, Contreras-Valdes FM, et al. Evaluation of a novel high-resolution mapping technology for ablation of recurrent scar-related atrial tachycardias. *Heart Rhythm*. 2016; 13(10): 2048–2055, doi: [10.1016/j.hrthm.2016.05.029](https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2016.05.029), indexed in Pubmed: [27262767](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27262767/).
2. Patel AM, d'Avila A, Neuzil P, et al. Atrial tachycardia after ablation of persistent atrial fibrillation: identification of the critical isthmus with a combination of multielectrode activation mapping and targeted entrainment mapping. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2008; 1(1): 14–22, doi: [10.1161/CIRCEP.107.748160](https://doi.org/10.1161/CIRCEP.107.748160), indexed in Pubmed: [19808389](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19808389/).

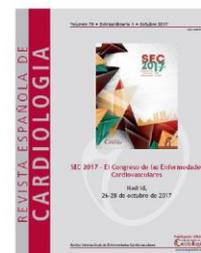
3. Waldo AL. Pathogenesis of atrial flutter. *J Cardiovasc Electro-physiol*. 1998; 9: S18–S25, indexed in Pubmed: [9727671](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9727671/).
4. Nakagawa H, Shah N, Matsudaira K, et al. Characterization of reentrant circuit in macroreentrant right atrial tachycardia after surgical repair of congenital heart disease: isolated channels between scars allow "focal" ablation. *Circulation*. 2001; 103(5): 699–709, doi: [10.1161/01.cir.103.5.699](https://doi.org/10.1161/01.cir.103.5.699), indexed in Pubmed: [11156882](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11156882/).
5. Coffey JO, d'Avila A, Dukkipati S, et al. Catheter ablation of scar-related atypical atrial flutter. *Europace*. 2013; 15(3): 414–419, doi: [10.1093/europace/eus312](https://doi.org/10.1093/europace/eus312), indexed in Pubmed: [23385050](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23385050/).
6. Ammar S, Luik A, Hessling G, et al. Ablation of perimitral flutter: acute and long-term success of the modified anterior line. *Europace*. 2015; 17(3): 447–452, doi: [10.1093/europace/euu297](https://doi.org/10.1093/europace/euu297), indexed in Pubmed: [25564547](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25564547/).
7. Winkle RA, Moskovitz R, Mead RH, et al. Ablation of atypical atrial flutters using ultra high density-activation sequence mapping. *J Interv Card Electrophysiol*. 2017; 48(2): 177–184, doi: [10.1007/s10840-016-0207-5](https://doi.org/10.1007/s10840-016-0207-5), indexed in Pubmed: [27832399](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27832399/).
8. Takigawa M, Derval N, Frontera A, et al. Revisiting anatomic macroreentrant tachycardia after atrial fibrillation ablation using ultrahigh-resolution mapping: Implications for ablation. *Heart Rhythm*. 2018; 15(3): 326–333, doi: [10.1016/j.hrthm.2017.10.029](https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2017.10.029), indexed in Pubmed: [29081399](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29081399/).
9. Strisciuglio T, Vandersickel N, Lorenzo G, et al. Prospective evaluation of entrainment mapping as an adjunct to new-generation high-density activation mapping systems of left atrial tachycardias. *Heart Rhythm*. 2020; 17(2): 211–219, doi: [10.1016/j.hrthm.2019.09.014](https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2019.09.014), indexed in Pubmed: [31526822](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31526822/).
10. Baykaner T, Rogers AJ, Meckler GL, et al. Clinical implications of ablation of drivers for atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2018; 11(5): e006119, doi: [10.1161/CIRCEP.117.006119](https://doi.org/10.1161/CIRCEP.117.006119), indexed in Pubmed: [29743170](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29743170/).
11. Seitz J, Bars C, Théodore G, et al. AF ablation guided by spatiotemporal electrogram dispersion without pulmonary vein isolation: a wholly patient-tailored approach. *J Am Coll Cardiol*. 2017; 69(3): 303–321, doi: [10.1016/j.jacc.2016.10.065](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.10.065), indexed in Pubmed: [28104073](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28104073/).
12. Waldo AL, Feld GK. Inter-relationships of atrial fibrillation and atrial flutter mechanisms and clinical implications. *J Am Coll Cardiol*. 2008; 51(8): 779–786, doi: [10.1016/j.jacc.2007.08.066](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2007.08.066), indexed in Pubmed: [18294560](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18294560/).
13. Saoudi N, Cosio F, Waldo A, et al. Classification of atrial flutter and regular atrial tachycardia according to electrophysiologic mechanism and anatomic bases: a statement from a joint expert group from the Working Group of Arrhythmias of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *J Cardiovasc Electro-physiol*. 2001; 12(7): 852–866, doi: [10.1046/j.1540-8167.2001.00852.x](https://doi.org/10.1046/j.1540-8167.2001.00852.x), indexed in Pubmed: [11469446](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11469446/).
14. Narayan SM, Krummen DE, Shivkumar K, et al. Treatment of atrial fibrillation by the ablation of localized sources: CONFIRM (Conventional Ablation for Atrial Fibrillation With or Without Focal Impulse and Rotor Modulation) trial. *J Am Coll Cardiol*. 2012; 60(7): 628–636, doi: [10.1016/j.jacc.2012.05.022](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2012.05.022), indexed in Pubmed: [22818076](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22818076/).

15. Calvo D, Rubín J, Pérez D, et al. Ablation of rotor domains effectively modulates dynamics of human: long-standing persistent atrial fibrillation. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2017; 10(12), doi: [10.1161/CIRCEP.117.005740](https://doi.org/10.1161/CIRCEP.117.005740), indexed in Pubmed: 29254947.
16. Navara R, Leef G, Shenasa F, et al. Independent mapping methods reveal rotational activation near pulmonary veins where atrial fibrillation terminates before pulmonary vein isolation. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2018; 29(5): 687–695, doi: [10.1111/jce.13446](https://doi.org/10.1111/jce.13446), indexed in Pubmed: 29377478.
17. Quintanilla JG, Alfonso-Almazán JM, Pérez-Castellano N, et al. Instantaneous amplitude and frequency modulations detect the footprint of rotational activity and reveal stable driver regions as targets for persistent atrial fibrillation ablation. *Circ Res.* 2019; 125(6): 609–627, doi: [10.1161/CIRCRESAHA.119.314930](https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.119.314930), indexed in Pubmed: 31366278.
18. Lațcu DG, Bun SS, Viera F, et al. Selection of Critical Isthmus in Scar-Related Atrial Tachycardia Using a New Automated Ultra-high Resolution Mapping System. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2017; 10(1): e004510, doi: [10.1161/CIRCEP.116.004510](https://doi.org/10.1161/CIRCEP.116.004510), indexed in Pubmed: 28039280.
19. Atienza F, Almendral J, Ormaetxe JM, et al. RADAR-AF Investigators. Comparison of radiofrequency catheter ablation of drivers and circumferential pulmonary vein isolation in atrial fibrillation: a noninferiority randomized multicenter RADAR-AF trial. *J Am Coll Cardiol.* 2014; 64(23): 2455–2467, doi: [10.1016/j.jacc.2014.09.053](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2014.09.053), indexed in Pubmed: 25500229.
20. Steinberg JS, Shah Y, Bhatt A, et al. Focal impulse and rotor modulation: Acute procedural observations and extended clinical follow-up. *Heart Rhythm.* 2017; 14(2): 192–197, doi: [10.1016/j.hrthm.2016.11.008](https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2016.11.008), indexed in Pubmed: 27826130.
21. Honarbakhsh S, Schilling RJ, Finlay M, et al. Prospective STAR-guided ablation in persistent atrial fibrillation using sequential mapping with multipolar catheters. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2020; 13(10): e008824, doi: [10.1161/CIRCEP.120.008824](https://doi.org/10.1161/CIRCEP.120.008824), indexed in Pubmed: 32903033.
22. Jarman JWE, Wong T, Kojodjojo P, et al. Spatiotemporal behavior of high dominant frequency during paroxysmal and persistent atrial fibrillation in the human left atrium. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2012; 5(4): 650–658, doi: [10.1161/CIRCEP.111.967992](https://doi.org/10.1161/CIRCEP.111.967992), indexed in Pubmed: 22722660.



**Anexo 6. Lozano Granero VC, Franco Díez E, Rodríguez Muñoz D, Matía Francés R, Hernández-Madrid A, Sánchez Pérez I, Zamorano Gómez JL, Moreno Planas J. 6001-6 - Ablación de flutter perimitral mediante líneas mitrales anteriores: ¿quemando por el buen camino? Rev Esp Cardiol 2017;70(Supl 1):575.**





## 6001-6 - ABLACIÓN DE *FLUTTER* PERIMITRAL MEDIANTE LÍNEAS MITRALES ANTERIORES: ¿QUEMANDO POR EL BUEN CAMINO?

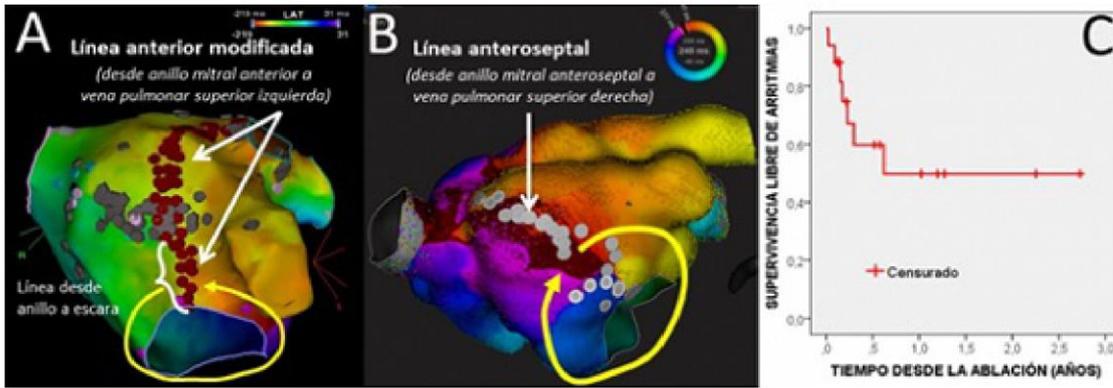
*Vanessa Cristina Lozano Granero, Eduardo Franco Díez, Daniel Rodríguez Muñoz, Roberto Matía Francés, Antonio Hernández-Madrid, Inmaculada Sánchez Pérez, José Luis Zamorano Gómez y Javier Moreno Planas del Hospital Universitario Ramón y Cajal, Madrid.*

### Resumen

**Introducción y objetivos:** En mayo de 2014, nuestro centro puso en marcha un nuevo protocolo para la ablación de *flutter* atípico mediante el cual los pacientes con *flutter* perimitral (FPM) eran tratados mediante líneas mitrales anteriores (LMA) en lugar de recibir ablación del istmo mitral, incluyendo la línea anterior modificada, entre el anillo mitral anterior (AMA) y la vena pulmonar (VP) superior izquierda (imagen, panel A); la línea anteroseptal, entre el AMA y la VP superior derecha (imagen, panel B); y las líneas entre el AMA y zonas de cicatriz en la región anterior. El objetivo del estudio fue evaluar la eficacia procedimental y las recurrencias a largo plazo de este nuevo protocolo.

**Métodos:** Todos los pacientes consecutivos en los que se intentó ablacionar un FPM siguiendo el nuevo protocolo de nuestro centro hasta marzo de 2017 fueron incluidos. Se emplearon mapas de activación y voltaje para definir el tipo de circuito y el sustrato anatómico. Se realizaron LMA (dependiendo el subtipo de la eficacia esperada por el operador) hasta lograr la terminación de la taquicardia. Mediante estimulación auricular programada se comprobó el bloqueo bidireccional y la ausencia de inducibilidad, realizando nueva ablación en caso de aparición de arritmias supraventriculares sostenidas. Se programaron visitas de seguimiento a los 3 y 12 meses con ECG o Holter, así como una llamada telefónica final.

**Resultados:** Se incluyeron 17 pacientes (tabla): se logró finalizar el FPM en 16 (éxito de las LMA del 94%), un paciente sufrió taponamiento pericárdico que obligó a finalizar el procedimiento. Se indujeron otros circuitos de *flutter* en 9 pacientes (56%) y fibrilación auricular (FA) en un paciente, los cuales se ablacionaron con éxito en 9 casos (éxito procedimental total del 88%). Durante el seguimiento, 2 pacientes presentaron recurrencia del FPM, 2 pacientes de otro tipo de *flutter* y 3 pacientes de FA. En total, 14 pacientes se mantuvieron libres de recurrencia de FPM (éxito a largo plazo del 82%) y 10 pacientes (59%) se mantuvieron sin recurrencias de ningún tipo. La media de supervivencia libre de recurrencias de cualquier tipo fue de 1,5 años (IC95%: 0,8-2,2 años) (figura, panel C). No se observaron muertes.



Variables clínicas y demográficas. Aspectos procedimentales

Variables clínicas y demográficas	Todos los pacientes (n = 17)	Sin recurrencia (n = 10)	Con recurrencia (n = 7)	p
Edad (años)	69,8 ± 12,44	72,5 ± 17,3	66,1 ± 12,4	0,420
Sexo masculino	11 (64,7%)	6 (60%)	5 (71,4%)	0,627
Volumen de aurícula izquierda indexado (ml/m <sup>2</sup> )	44,7 ± 22,6	39,7 ± 24,0	51,1 ± 20,7	0,333
Procedimientos de ablación previos	8 (47,1%)	3 (30%)	5 (71,4%)	0,092
Cirugía cardíaca previa	2 (11,8%)	0	2 (28,6%)	0,072
Aspectos procedimentales				
Uso de catéter con sensor de fuerza de contacto	4 (23,6%)	3 (30%)	1 (14,3%)	0,452
Tipo de línea anterior mitral				
Línea anterior modificada	6 (35,3%)	2 (20%)	4 (57,1%)	0,261
Línea anteroseptal	6 (35,3%)	4 (40%)	2 (28,6%)	
Línea de anillo a escara	5 (29,4%)	4 (40%)	1 (14,3%)	

**Conclusiones:** Las LMA demostraron ser eficaces en la terminación del FPM a corto y largo plazo, aunque el desarrollo de otras arritmias auriculares en el seguimiento es frecuente en este tipo de pacientes.

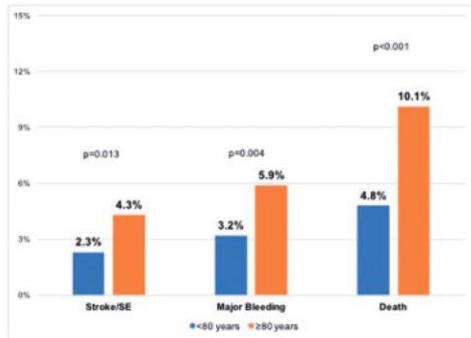
**Anexo 7. Lozano-Granero C, Moreno J, Rodríguez Muñoz D, Matía R, Hernández Madrid A, Sánchez-Pérez I, Marco Del Castillo A, Zamorano JL, Franco E. P937 Sports-bra shaped macrorrentant atrial tachycardia: a common end for an uncommon circuit. Europace 2018;20(Supl 1): i184.**

<https://doi.org/10.1093/europace/euy015.538>



(median [IQR] 4 [3-5] vs. 2 [2-4],  $p < 0.001$ ), compared to those age  $< 80$ . During a mean (SD) follow-up of 1.6 (0.4) years, patients age  $\geq 80$  had higher rates of stroke/systemic embolism (SE), major bleeding, death and the composite endpoint [Figure]. Kaplan-Meier curves confirm that very elderly patients had a higher risk for stroke/SE ( $p = 0.008$ ), major bleeding ( $p = 0.001$ ) and death ( $p < 0.001$ ). Using a Cox multivariable regression model, adjusted for time in therapeutic range (TTR) and main concomitant comorbidities, elderly age was not independently associated with stroke/SE event (hazard ratio [HR]: 1.51, 95% confidence interval [CI]: 0.87-2.60), but was independently associated with major bleeding (HR: 1.85, 95% CI: 1.15-2.98) and death (HR: 1.56, 95% CI: 1.09-2.25). In a sensitivity analysis restricted to patients with a good TTR ( $> 70\%$ ), elderly patients had an independently increased risk for stroke/SE event (HR: 3.14, 95% CI: 1.32-7.44), but non-significant for major bleeding ( $p = 0.088$ ) and death ( $p = 0.864$ ).

**Conclusions:** Very elderly anticoagulated AF patients reported increased rates of major adverse outcomes during a long-term follow-up. In a fully adjusted Cox model the increased risk in the very elderly was independent of the quality of anticoagulation control.



Abstract P934 Figure. Major Adverse Outcomes

**P935**

**Epicardial connections can complicate box isolation for AF - a case series**

A. Thiyyagarajah; M. Emami; KB, Khokhar; K. Kadhim; R. Mishima; DA. Munawar; D. Linz; R. Mahajan; DH. Lau; P. Sanders  
 Royal Adelaide Hospital, Cardiology, Adelaide, Australia

**Background:** Box isolation is a recently developed technique of atrial fibrillation (AF) ablation whose success hinges on the ability to isolate the posterior left atrium (LA) and pulmonary veins (PVs) en bloc. Epicardial connections are bands of myocardial tissue that act as a bridge across ablation lines, thereby facilitating conduction of electrical signals originating outside the box, into the posterior LA.

**Purpose:** We report three cases where the presence of presumed epicardial connections initially hindered successful box isolation. However, by identifying and ablating the points where these connections inserted into the posterior wall, isolation of the PVs and posterior LA could be achieved.

**Case series:** In this case series, box isolation was initially attempted using established methodology that involved 2 ablation lines anterior to the ipsilateral pulmonary veins, a roof line that connected the superior pulmonary veins, and finally, an inferior line that connected the inferior pulmonary veins. When the posterior LA could not be isolated following completion of the box set, ablation lines were checked for residual signal and then activation mapping was performed to identify any breakthrough points. In two of the cases, the point of earliest activation in the posterior LA was located centrally, remote from the ablation lines whilst the peripheral regions of the box demonstrated later activation. Focal ablation of this region of early activation isolated the entire posterior LA, consistent with an epicardial connection. In the third case, the patient had an anomalous pulmonary vein that inserted directly into the posterior wall. After completion of the roof and lateral lines, the left pulmonary veins were isolated, but the right-sided veins and posterior LA could not be isolated despite completion of the inferior line. Activation mapping showed a region of early activity in the mid posterior wall that was adjacent to the anomalous vein. Isolation of the anomalous vein by circumferential elimination of electrograms resulted in isolation of the entire posterior LA.

**Conclusion:** Epicardial connections are known to play a role as an SVT substrate, but have not been previously described in relation to box isolation for AF. Recognising the existence of these connections is important in order to avoid unnecessary and excessive ablation, particularly along the posterior wall.

**P936**

**Catheter based Left Atrial Appendage Occluder implantation using a novel LAmbré system vs. Amulet and Watchman Device in atrial fibrillation**

S. Chen; KRJ Chun; L. Perrotta; F. Bologna; T. Nagase; N. Tsiannakas; S. Bordignon; B. Schmidt  
 Cardiology Centre Bethanien (CCB), Frankfurt am Main, Germany

**Background:** Occlusion of the left atrial appendage (LAA) has been suggested as an alternative to anticoagulation (warfarin) in non-valvular atrial fibrillation (AF).

**Objective:** The presented study aimed to compare a novel LAmbré LAA occluder system (LAAO) with the most investigated Amulet and Watchman device in terms of short term outcomes.

**Methods:** We conducted a prospective, observational, cohort registry study among patients with non-valvular AF who were contraindicated to oral anticoagulation.

**Results:** Overall, 140 patients (50 female, mean age  $76.2 \pm 8.4$  years) were prospectively enrolled. Mean CHA2DS2-VaSc score was  $3.8 \pm 1.5$ , and mean HAS-BLED score was  $3.9 \pm 1.1$ . Seventy-nine (56.4%) patients had chicken-wing LAA morphology. Baseline clinical characteristics were comparable between LAmbré, Amulet and Watchman groups. The implant success rate was 100% in LAmbré, 97.3% in Amulet, and 100% in Watchman group ( $P = 0.405$ ). The number of patients who needed more repositions seemed significantly lower in LAmbré (3.3%) and Amulet (4.1%) groups as compared with Watchman group (16.7%) ( $P = 0.038$ ). Fluoroscopic and procedure time seemed not significantly difference between three groups. Patients in LAmbré group had a relatively lower rate of composite peri-procedural adverse events as compared with those in Amulet and Watchman group (0% vs 4.1% vs 19.4%,  $P = 0.003$ ) as well as less major peri-procedure adverse events (0% vs 0% vs 5.5%,  $P = 0.053$ ). Acute follow up showed good device stability and patients' clinical condition in all groups.

**Conclusion:** Our preliminary results showed that, as relative to Amulet and Watchman, LAmbré showed an excellent implant success rate, remarkable implant performance and low rate of peri-procedural adverse events.

**P937**

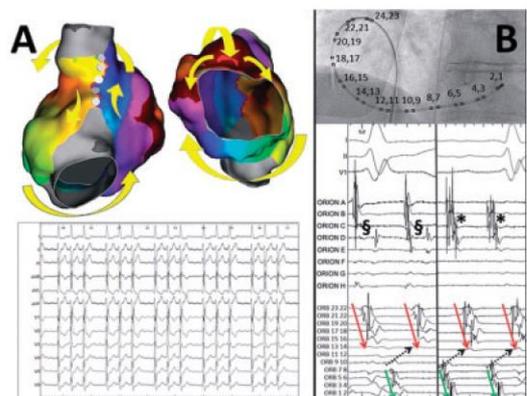
**Sports-bra shaped macroreentrant atrial tachycardia: a common end for an uncommon circuit**

C. Lozano-Granero; J. Moreno; D. Rodriguez Munoz; R. Matia; A. Hernandez Madrid; I. Sanchez-Perez; A. Marco Del Castillo; JL. Zamorano; E. Franco  
 University Hospital Ramon y Cajal de Madrid, Cardiology, Madrid, Spain

**Introduction:** A 70-year-old male with hypertensive heart disease, mild mitral regurgitation and moderate left atrial enlargement ( $37 \text{ ml/m}^2$ ) was referred for catheter ablation of symptomatic persistent atrial tachyarrhythmia suggestive of macroreentrant atrial tachycardia (MAT, Figure, panel A, bottom).

Procedure and outcome. The study was performed in atrial tachycardia under general anaesthesia. A 24-pole catheter (Orbiter®; Bard Medical Inc.) was placed along the anterolateral wall of the right atrium (RA) with its distal part within the coronary sinus (CS, Figure, Panel B, top). Activation sequence (Figure, Panel B, bottom, ORB) showed downwards propagation through the RA anterolateral wall (red arrow), clockwise slow conduction through the cavo-tricuspid isthmus (CTI, dotted arrow), and concentric activation of the CS (green arrow). Post-pacing intervals were long from distal and proximal CS and from the anterior rim of the tricuspid ring, which ruled out a conventional peritricuspid circuit, but matched the tachycardia cycle length in the superior vena cava (SVC), the RA upper posterior wall and the CTI, which suggested a circuit confined to the venae cavae. RA high resolution activation map (IntellaMap Orion™ mapping catheter, Boston Scientific) showed a clockwise rotation around the CTI (clockwise typical-flutter hemicircuit), an upward propagation through the RA posterolateral wall, a counter-clockwise rotation around the SVC (hemi-upper-loop hemicircuit) and a downward propagation through the septal region of the RA posterior wall, finally connecting with the clockwise typical-flutter hemicircuit (Figure, Panel A, top; RHYTHMIA™ Mapping System, Boston Scientific). A spontaneous block line could be identified along the posterior wall of the venae cavae, where double potentials could be found due to wave-front collision from upward and downward activation at both sides of the region (Figure, Panel B, bottom left, §; areas with double potentials shown as white dots in Panel A). Certain slow conduction was encountered at the CTI (Figure, Panel B, bottom right, asterisks) and the anterior region of the SVC. With the diagnosis of a MAT with a combined clockwise typical-flutter and hemi-upper-loop circuit resembling a sports-bra or a dog-harness, an ablation line was performed (45W) at the CTI with the use of an irrigated catheter, achieving tachycardia cessation and bidirectional block. No more tachycardia episodes have been documented at follow-up.

**Conclusions and implications** for clinical practice. Clockwise typical atrial flutter can be ended by ablation of the CTI region. On the contrary, an upper-loop reentry atypical atrial flutter is located entirely in the upper portion of the RA, with a non-isthmus-dependent reentrant circuit. To the best of our knowledge, this is the first report of a case with such an exotic MAT, combining both an hemi-upper-loop and a clockwise typical-flutter circuit, that can be successfully ablated at the CTI.



Abstract P937 Figure.



**Anexo 8. Lozano-Granero C, Moreno J, Rodriguez Munoz D, Matia R, Hernandez-Madrid A, Sanchez-Perez I, Marco Del Castillo A, Zamorano JL, Franco E. P905 Anterior mitral lines for perimitral flutter ablation: are we ablating down the right path? Eur Heart J Supp 2018;20(Supl 1):i174.**



**Anterior mitral lines for perimitral flutter ablation: are we ablating down the right path?**

**Authors:**

C Lozano-Granero<sup>1</sup>, J Moreno<sup>1</sup>, D Rodriguez Munoz<sup>1</sup>, R Matia<sup>1</sup>, A Hernandez-Madrid<sup>1</sup>, I Sanchez-Perez<sup>1</sup>, A Marco Del Castillo<sup>1</sup>, JL Zamorano<sup>1</sup>, E Franco<sup>1</sup>, <sup>1</sup>University Hospital Ramon y Cajal de Madrid, Cardiology - Madrid - Spain,

**Topic(s):**

Catheter Ablation of Arrhythmias

**Citation:**

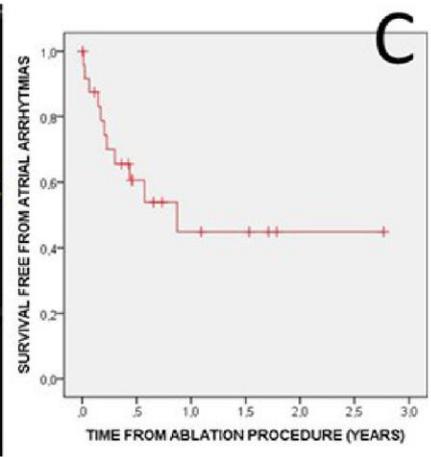
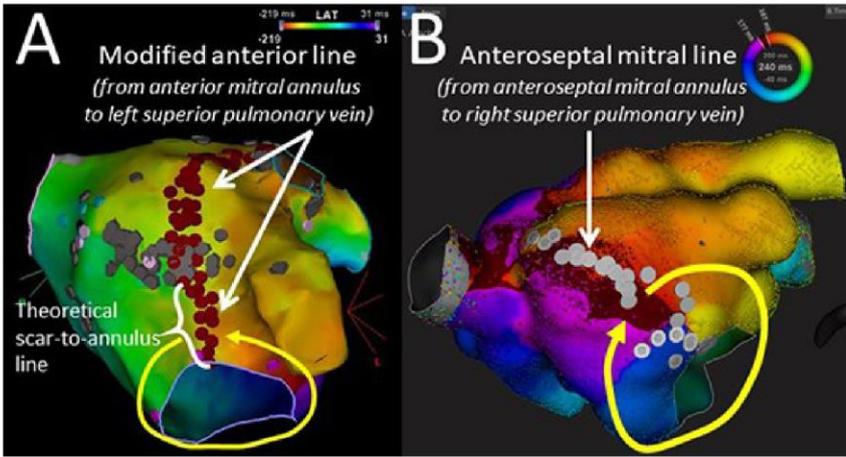
European Heart Journal Supplements ( 2018 ) 20 ( Supplement 1 ), i174

**Background and objective.** Anterior mitral lines (AML) have been suggested as an alternative to mitral isthmus ablation for perimitral flutter (AFL) treatment. The aim of this study was to test the efficacy of AML (i.e.: the modified anterior line (MAL, figure, panel A), the anteroseptal line (ASL, panel B), and lines between scar tissue and anterior mitral annulus) for perimitral AFL ablation.

**Methods.** From May 2014 to October 2017, all consecutive patients with perimitral AFL received AML and were included in the study. Activation and voltage mapping were used to define AFL circuits and substrate. After perimitral AFL was diagnosed, an AML (type depending on expected efficacy) was performed until AFL termination. Programmed atrial stimulation was repeated to test AFL inducibility, and any sustained induced atrial arrhythmia was ablated. Follow-up included visits with ECG and/or 24h Holter-ECG at 3 and 12 months, and a final telephone call.

**Results.** 25 patients, 13 male (52%)  $70.4 \pm 13.7$  y/o, were included. Successful ablation with AML was achieved in 24 patients (96%), 1 patient developed cardiac tamponade with interruption of the procedure. After perimitral AFL termination, other AFL (15 patients) or atrial fibrillation (AF, 1 patient) were induced and successfully ablated in all cases except in 1 patient. At a mean follow-up of  $7.4 \pm 8.2$  months, 3 patients (12%) recurred with a perimitral AFL, 4 with AF and 5 with other AFL. During follow-up, 14 patients (56%) were free from recurrence, with a mean survival free from atrial arrhythmias of 0.87 years (95%CI: 0.2-1.5 years) (figure, panel C). Possible predictors of arrhythmia recurrence were analysed. Among clinical variables, there was no difference in left ventricular ejection fraction, indexed left atrial volume or history of cardiac surgery between patients with or without arrhythmia recurrence; nevertheless, history of AF was more frequent in the group with recurrence compared to the group without it (7 cases, 63.7%; versus 3 cases, 21.4%;  $p=0.032$ ), as it was the history of prior ablation procedures (7 cases, 63.7%; versus 2 cases, 14%;  $p=0.011$ ). Among procedural aspects, a trend towards lower use of contact force ablation catheter was noted in the group with arrhythmia recurrence compared to the group without it (1 case, 9%; versus 6 cases, 42.9%;  $p=0.062$ ). A trend was also noted towards higher use of ASL in the group without recurrence, compared to a higher use of MAL in the group with recurrence (1 MAL, 7.1%; 8 ASL, 57.1%; 5 scar-to-annulus line, 35.7%, in the former; 5 MAL, 45.4%; 4 ASL, 36.4%; 2 scar-to-annulus, 18.2%, in the latter;  $p=0.082$ ).

**Conclusion.** AML were highly successful to terminate perimitral AFL, although recurrence of other atrial arrhythmias was frequent. History of AF and prior ablation procedures were more frequent in those with arrhythmia recurrence, while use of contact force ablation catheter and ASL was higher in those without it.



**Anexo 9. Lozano Granero C, Moreno Planas J, Rodríguez  
Muñoz D, Matía Francés R, Hernández-Madrid A, Sánchez Pérez  
I, Zamorano Gómez JL, Franco Díez E. 6001-13 - Ablación de  
flutter atípico en octogenarios: ¿a la tercera edad va la vencida?  
Rev Esp Cardiol 2018;71(Supl 1):666.**





## 6001-13 - ABLACIÓN DE *FLUTTER* ATÍPICO EN OCTOGENARIOS: ¿A LA TERCERA EDAD VA LA VENCIDA?

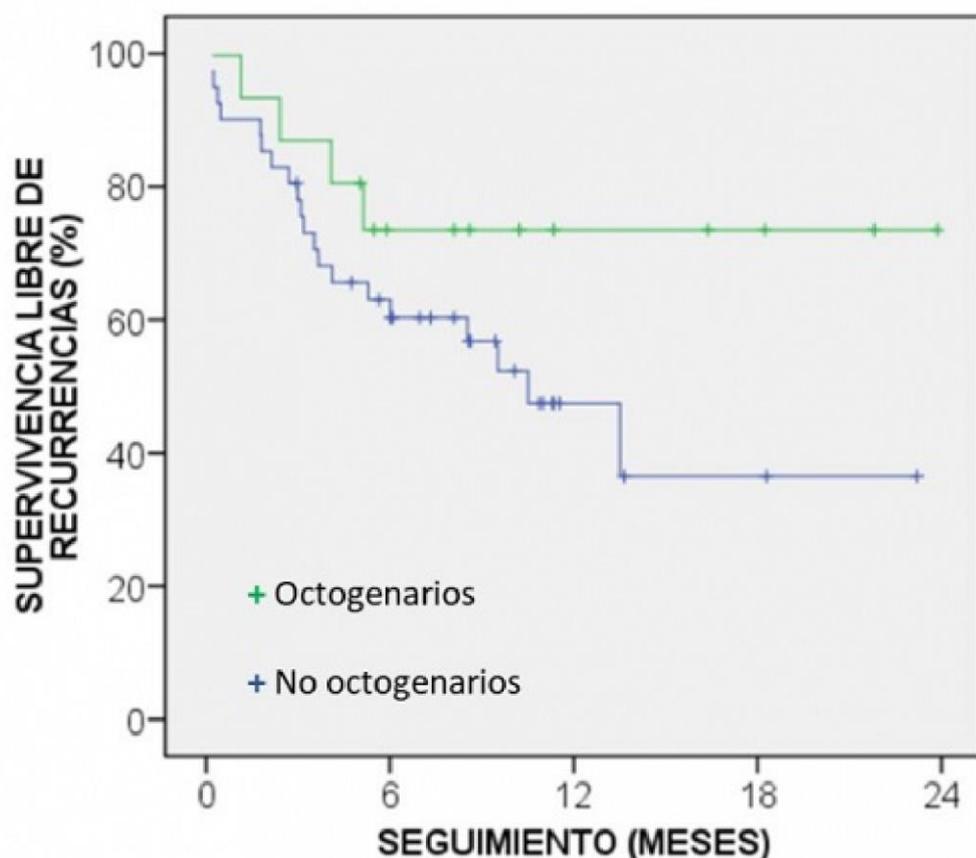
*Cristina Lozano Granero, Javier Moreno Planas, Daniel Rodríguez Muñoz, Roberto Matía Francés, Antonio Hernández-Madrid, Inmaculada Sánchez Pérez, José Luis Zamorano Gómez y Eduardo Franco Díez, de la Unidad de Arritmias, Servicio de Cardiología. Hospital Universitario Ramón y Cajal, Madrid.*

### Resumen

**Introducción y objetivos:** La ablación de *flutter* atípico (FLA) es un procedimiento técnicamente complejo, no exento de riesgos y con un beneficio limitado a largo plazo. El objetivo de este estudio fue comparar la eficacia de este procedimiento en una población de pacientes octogenarios frente a una población de pacientes más jóvenes.

**Métodos:** De enero de 2016 a diciembre de 2017, todos los pacientes con FLA en los que se intentó ablación del mismo fueron incluidos en el estudio. Se emplearon mapas de activación y voltaje para definir el tipo de circuito y el sustrato anatómico y se realizaron aplicaciones con radiofrecuencia a criterio del operador hasta lograr la terminación de la arritmia. Mediante estimulación auricular programada se comprobó la ausencia de inducibilidad, realizando nueva ablación en caso de aparición de nuevos circuitos. Se programaron visitas de seguimiento a los 3 y 12 meses con ECG o Holter y una llamada telefónica final.

**Resultados:** Se incluyeron 55 pacientes, de los cuales 15 fueron octogenarios (tabla): los pacientes octogenarios tenían menos frecuentemente antecedente de fibrilación auricular (FA), ablación endocárdica con catéter o cirugía cardiaca. Se logró finalizar el FLA clínico en el 98% de los pacientes, induciéndose otros circuitos en el 49%, ablacionados con éxito en el 89%. No hubo diferencias en el éxito a corto plazo del procedimiento (éxito procedimental total del 80% en octogenarios frente a 93% en no-octogenarios,  $p = 0,185$ ). La tasa de complicaciones global fue del 10% y de complicaciones graves (taponamiento cardiaco) del 4%, sin diferencias significativas entre ambos grupos (7 frente a 3%,  $p = 0,429$ ). Tras un seguimiento de  $8 \pm 6$  meses, 30 pacientes (55%) se mantuvieron libres de arritmias auriculares, 11 pacientes (73%) en el grupo de octogenarios y 19 pacientes (48%) en el grupo más joven ( $p = 0,087$ ), con una mediana de supervivencia libre de arritmias auriculares de  $10 \pm 7$  meses en el grupo de octogenarios y de  $7 \pm 5$  meses en el resto ( $p = 0,0916$ , imagen). Posibles predictores de recurrencia fueron una menor fracción de eyección del ventrículo izquierdo ( $p = 0,001$ ) y la historia de FA ( $p < 0,001$ ) o ablación previas ( $p = 0,0048$ ), y no el volumen auricular ( $p = 0,37$ ).



Curvas de Kaplan-Meier para supervivencia libre de arritmias auriculares.

Variables clínicas y demográficas. Aspectos procedimentales

	Todos los pacientes (n = 55)	Octogenarios (n = 15)	No octogenarios (n = 40)	p
Variables clínicas y demográficas				
Edad (años)	69 ± 13	83 ± 13	64 ± 11	< 0,01*
Sexo masculino	28 (51%)	8 (53%)	20 (50%)	0,83
Cardiopatía estructural (%)	33 (60%)	8 (53%)	25 (63%)	0,537
Fracción de eyección del ventrículo izquierdo (%)	60 ± 11	57 ± 18	61 ± 7	0,23
Volumen de aurícula izquierda indexado (ml/m <sup>2</sup> )	46 ± 21	48 ± 22	45 ± 22	0,55
Fibrilación auricular previa	27 (49%)	4 (27%)	23 (58%)	0,042*
Procedimientos de ablación previos	27 (49%)	3 (20%)	23 (58%)	0,017*
Cirugía cardíaca previa	15 (27%)	0 (0%)	15 (38%)	0,005*
Aspectos electrofisiológicos y procedimentales				

**Conclusiones:** La ablación de FLA resultó ser un procedimiento igual de efectivo y seguro en pacientes octogenarios o más jóvenes, con una mediana de supervivencia libre de arritmias auriculares cercana al año en esta población.

**Anexo 10. Lozano-Granero C, Moreno J, Matía R, Hernández-Madrid A, Sánchez Pérez I, Zamorano JL, Franco E. P2839. The golden age of ablation: results for atypical flutter ablation in the very elderly. Eur Heart J 2019;40(Supl 1):ehz748.1149.**

<https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz748.1149>



P2839

### The golden age of ablation: results for atypical flutter ablation in the very elderly

C. Lozano-Granero, J. Moreno, R. Matia, A. Hernandez-Madrid, I. Sanchez-Perez, J.L. Zamorano, E. Franco

University Hospital Ramon y Cajal de Madrid, Cardiology, Madrid, Spain

**Introduction:** Atypical flutter ablation (AFL) is a challenging procedure with limited long-term benefits and not exempt from significant risks.

**Purpose:** To compare the efficacy and safety of this procedure in a population of octogenarian patients over a population of younger patients.

**Methods:** From 2015 to 2018, all patients in which AFL ablation was attempted were included. Activation and voltage mapping were used to define AFL circuit. Radiofrequency lesions were performed to operator's discretion until AFL termination. Programmed atrial stimulation was repeated to test inducibility, and any sustained induced arrhythmia was ablated. Follow-up included visits with ECG and/or 24h Holter-ECG at 3 and 12 months.

**Results:** 107 patients (55 females) were included, 26 (24%) aged 80 or older (table). Successful ablation of the original circuit was achieved in 96% in both groups (acute success rate,  $p=0.973$ ), with induction of other AFL

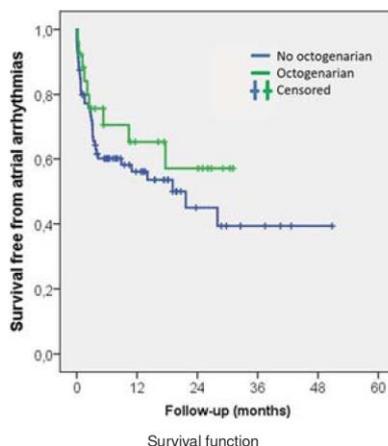
circuits in 43% (46% octogenarians, 42% younger,  $p=0.708$ ), successfully ablated in 88% in both groups (total success rate,  $p=0.952$ ). No significant difference was detected in the rate of adverse events (8% in octogenarians versus 7% in younger,  $p=0.962$ ), with a case of cardiac tamponade in the former, successfully resolved. After a mean follow-up of  $11\pm 12$  months, 52 patients (49%) were free from recurrence, 13 (50%) in the octogenarian group and 39 (48%) in the younger, with an estimated median survival free from atrial arrhythmias of 26 months (95% CI: 4–48) in the octogenarian group and 18 months (95% CI: 5–32) in the younger group ( $p=0.716$ ). After multivariate analysis, history of prior AF and indexed left atrial volume, but not age, predicted recurrence.

**Conclusion:** AFL ablation was as effective and safe in octogenarian as in younger ones, with a median survival time free from atrial arrhythmias of more than 2 years.

Demographical and clinical variables

	All patients (n=107)	Octogenarians (n=26)	No octogenarians (n=81)	p-value
Age (years)	69±13	83±3	65±11	<0.0001*
Cardiomyopathy (%)	54 (50%)	13 (26%)	41 (51%)	0.956
Left ventricular ejection fraction (%)	60±13	57±17	61±11	0.24
Indexed left atrial volume (ml/m <sup>2</sup> )	45±19	48±14	43±19	0.55
Prior AF history	49 (46%)	7 (27%)	42 (52%)	0.026*
Prior ablation procedures	53 (50%)	8 (31%)	45 (56%)	0.028*
Prior cardiac surgery	30 (28%)	2 (8%)	28 (35%)	0.008*
Left AFL origin (%)	87 (81%)	24 (92%)	63 (78%)	0.098

\*Statistically significant difference.





**Anexo 11. Lozano Granero C, Franco Díez E, Matía Francés R,  
Hernández-Madrid A, Sánchez Pérez I, Zamorano Gómez JL,  
Moreno Planas J. 5022-8 - Resultados de la ablación de flutter  
atípico en la era del mapeo electroanatómico de alta densidad.  
Rev Esp Cardiol 2019;72(Supl 1):408.**





## 5022-8 - RESULTADOS DE LA ABLACIÓN DE *FLUTTER* ATÍPICO EN LA ERA DEL MAPEO ELECTROANATÓMICO DE ALTA DENSIDAD

Cristina Lozano Granero, Eduardo Franco Díez, Roberto Matía Francés, Antonio Hernández Madrid, Inmaculada Sánchez Pérez, José Luis Zamorano Gómez y Javier Moreno Planas, del Hospital Universitario Ramón y Cajal, Madrid.

### Resumen

**Introducción y objetivos:** La ablación de *flutter* atípico (FLA) es un procedimiento técnicamente complejo, no exento de riesgos y con una eficacia limitada. La tecnología de mapeo electroanatómico de alta densidad (MAD) ha permitido una mejor identificación del sustrato anatómico, áreas de conducción lenta y circuitos de propagación implicados en este tipo de arritmias. El objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia de este procedimiento en la era del MAD.

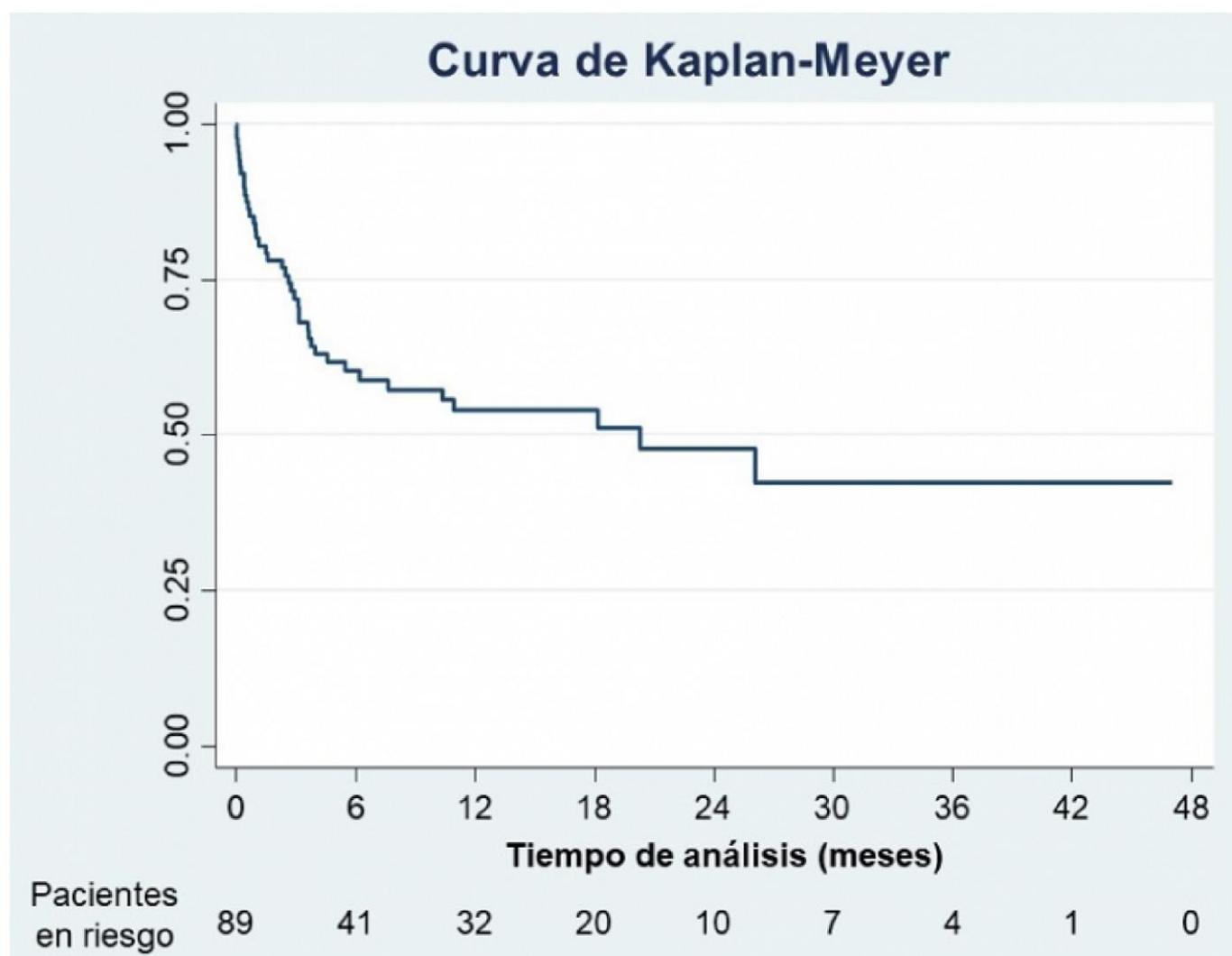
**Métodos:** Desde mayo de 2015 hasta abril de 2019, todos los pacientes con FLA remitidos para ablación en los que se realizó MAD y se consiguió identificar el circuito responsable de la arritmia fueron incluidos en este estudio. Se emplearon mapas de activación y voltaje para definir el tipo de circuito y el sustrato anatómico y se realizaron aplicaciones con radiofrecuencia a criterio del operador hasta lograr la terminación de la arritmia. Mediante estimulación auricular programada se comprobó la ausencia de inducibilidad, realizando nueva ablación en caso de aparición de nuevos circuitos de *flutter*. Se programaron visitas de seguimiento a los 3 y 12 meses con ECG o Holter y una llamada telefónica final.

**Resultados:** De los 123 pacientes remitidos para ablación de FLA se empleó MAD en 96 pacientes (78%), lográndose identificar el circuito responsable en 91 pacientes (74%), que fueron incluidos en el presente estudio (tabla). En nuestra población, con una edad media de  $70 \pm 12$  años y con una distribución equitativa entre sexos, fue frecuente el antecedente de cardiopatía estructural (51%), fibrilación auricular (46%), procedimiento previo de ablación (51%) o cirugía cardiaca (25%). Tras un seguimiento de  $10 \pm 10$  meses, 49 pacientes (54%) se mantuvieron sin recurrencias, con una mediana de supervivencia libre de arritmias auriculares de 20,3 meses (IC95%: 4,2-36,4 meses) (figura). Ninguna variable clínica o demográfica de las estudiadas se asoció a una mayor recurrencia de arritmias auriculares. Entre las variables electrofisiológicas o procedimentales, solo el origen derecho del *flutter* se postuló como posible predictor de recurrencia (tabla).

#### Variables clínicas y demográficas. Aspectos procedimentales

	Todos los pacientes (n = 91)	Recurrencia (n = 42)	No recurrencia (n = 49)	p
Variables clínicas y demográficas				
Edad (años)	$70 \pm 12$	$71 \pm 11$	$68 \pm 12$	0,223

Octogenarios (%)	19 (21%)	10 (24%)	9 (18%)	0,524
Sexo masculino	45 (49%)	21 (50%)	24 (49%)	0,923
Cardiopatía estructural (%)	49 (54%)	26 (62%)	23 (47%)	0,153
Fracción de eyección del ventrículo izquierdo (%)	62 ± 14	62 ± 15	62 ± 14	0,919
Volumen de aurícula izquierda indexado (ml/m <sup>2</sup> )	46 ± 18	46 ± 15	45 ± 20	0,860
Fibrilación auricular previa	42 (46%)	22 (52%)	20 (51%)	0,270
Procedimientos de ablación previos	46 (51%)	20 (48%)	26 (53%)	0,605
Cirugía cardíaca previa	23 (25%)	11 (26%)	12 (24%)	0,852
<b>Aspectos electrofisiológicos y procedimentales</b>				
Izquierdo	74 (81%)	40 (71%)	44 (90%)	0,025
Éxito al ablacionar <i>flutter</i> clínico	90 (99%)	42 (100%)	48 (98%)	0,352
Inducción de otros circuitos posablación de <i>flutter</i> clínico	46 (51%)	24 (57%)	22 (45%)	0,244
Éxito total de la ablación	82 (90%)	35 (83%)	47 (96%)	0,045
Complicaciones	10 (11%)	3 (7%)	7 (14%)	0,277
Complicaciones graves	3 (3%)	1 (2%)	2 (4%)	0,651



Curva de supervivencia libre de arritmias auriculares.

**Conclusiones:** La ablación de FLA empleando tecnologías de MAD es un procedimiento eficaz y seguro, con una tasa de éxito a corto plazo del 90% (terminación del *flutter* clínico y otros *flutters* inducibles durante el procedimiento) y una mediana de supervivencia libre de arritmias auriculares cercana a los 2 años.



**Anexo 12. Franco E, Lozano Granero C, Matía R, Hernández-Madrid A, Sánchez-Pérez I, Zamorano JL, Moreno J. MAPping with fragmentation analysis in patients with atypical atrial FLutter using the RHYthmia navigation system (MAP-FLURHY study). Eur Heart J 2020;41(Supl 2): ehaa946.0690.**

<https://doi.org/10.1093/ehjci/ehaa946.0690>



## MAPping with fragmentation analysis in patients with atypical atrial FLutter using the RHYthmia navigation system (MAP-FLURHY study)

E. Franco, C. Lozano Granero, R. Matia, A. Hernandez-Madrid, I. Sanchez-Perez, J.L. Zamorano, J. Moreno

University Hospital Ramon y Cajal de Madrid, Madrid, Spain

Funding Acknowledgement: Type of funding source: None

**Background:** Atypical atrial flutter (AAFL) circuits use areas of slow conduction which can be visualized as fragmented electrograms (fEGMs).

**Purpose:** To test an ablation strategy based on the identification and ablation of spots with fEGMs in AAFL.

**Methods:** The MAP-FLURHY study prospectively included all AAFL ablations with Rhythmia in our Center from June 2016 to June 2019. Patients with non-mappable AAFL, frequent conversion to atrial fibrillation, or cavotricuspid isthmus-dependent flutters were excluded from analysis. The IntellaMap ORION catheter was used to detect fragmentation areas, arbitrarily defined as fEGMs >70ms. Entrainment was used to check if these areas belonged to the AAFL circuit. Ablation targeted the longest fEGM within the circuit (return cycle <30ms): focal ablation for microreentries, and lines including the fEGMs for macroreentries. Ablation success was defined as conversion to sinus rhythm or another flutter. Procedural success was defined as successful ablation of all inducible flutters. Follow-up included visits with 24h Holter ECG at 3–12 months.

**Results:** 50 Patients received ablation (Figure). 27 Patients (70.6±13.1

years; 10 females; LVEF 57%±13%) with 44 mappable AAFLs were included in the analysis (Table). All AAFLs showed areas with fEGMs (106 areas; 2.4 areas per flutter). 42/44 AAFLs had fEGMs within the circuit, which were target of ablation. Ablation success: 34/36 AAFLs (94%); success could not be assessed in 6 circuits, due to mechanical conversion to sinus rhythm onto the target fEGM. Fragmented areas within the AAFL circuits (n=51) were longer (110±30 vs 90±15 ms, p<0.001) but had similar voltage (0.34±0.25 vs 0.36±0.26 mV) than areas outside the circuits (n=45). A fEGM duration >100ms/>40% of the cycle length predicted to be a successful site for ablation with 72.3%/73.8% specificity. Procedural success was achieved in 24/27 patients (89%). Excluding a 2-month blanking period, mean survival free from atrial arrhythmias was 19 (95% CI: 12.6–25.5) months. 57% of the patients were free from atrial arrhythmias at 1 year.

**Conclusions:** Most AAFLs had detectable fEGMs which could be target of ablation with high efficacy.

Table 1. Clinical variables. None predicted recurrence of atrial arrhythmias at follow-up

	All patients (n=27)	Without recurrences (n=12)	With recurrences (n=15)	P
Indexed left atrial volume (ml/m <sup>2</sup> )	45.6±16.8	42.8±18.8	47.6±15.5	0.482
Significant structural cardiopathy	15 (56%)	8 (67%)	7 (47%)	0.229
Previous atrial fibrillation	18 (67%)	7 (58%)	11 (73%)	0.411
Prior ablation procedures	16 (59%)	6 (50%)	10 (67%)	0.381
Prior cardiac surgery	6 (22%)	1 (8%)	5 (33%)	0.121

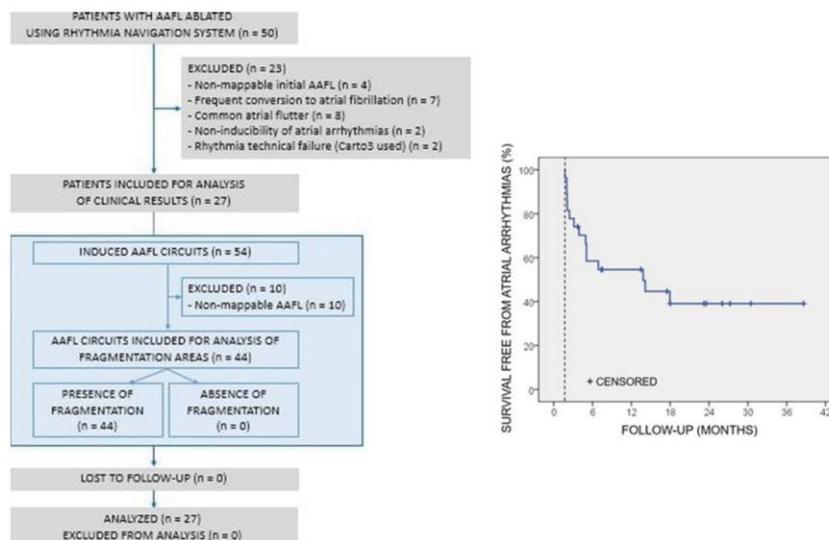


Figure 1



**Anexo 13. Franco E, Lozano-Granero C, Matía R, Hernández-Madrid A, Sánchez-Pérez I, Zamorano JL, Moreno J.**

**Stabilization of unstable reentrant atrial tachycardias via fractionated continuous electrical activity ablation (CHAOS study). *Europace* 2021;23(Supl 3): euab116.302.**

<https://doi.org/10.1093/europace/euab116.302>



## Stabilization of unstable reentrant atrial tachycardias via fractionated continuous electrical activity ablation (CHAOS study)

Franco E.; Lozano-Granero C.; Matia R.; Hernandez-Madrid A.; Sanchez-Perez I.; Zamorano JL.; Moreno J.

University Hospital Ramon y Cajal de Madrid, Madrid, Spain

**Funding Acknowledgements:** Type of funding sources: None.

**Background.** Unstable reentrant atrial tachycardias (ATs) (i.e. those with frequent circuit modification or conversion to atrial fibrillation) are challenging to ablate.

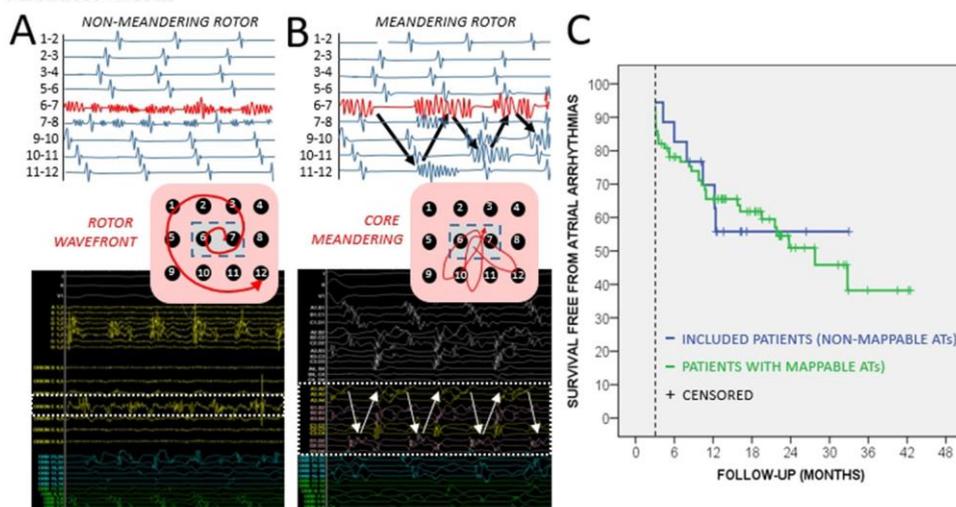
**Purpose.** We have tested a strategy to convert unstable reentrant ATs into mappable stable ATs based on the detection and ablation of rotors.

**Methods.** From May 2017 to December 2019, we included all consecutive patients scheduled for ablation of reentrant AT, excluding CTI-dependent atrial flutter, in which the tachycardia circuit was unstable. Operators subjectively identified rotors as sites with fractionated continuous (or quasi-continuous) electrical signals on 1-2 adjacent bipoles of conventional high-density mapping catheters, without dedicated software (Figure, A). Focal ablation of these sites was performed in order to stabilize the AT or convert it into sinus rhythm. In patients without rotors or failed rotor ablation, sites with spatiotemporal dispersion (i.e. all the cycle length comprised within the mapping catheter) plus non-continuous fractionation on single bipoles were targeted (Figure, B). Procedural success was defined as the successful ablation of all inducible ATs, without need of cardioversion, final sinus rhythm and non-inducibility. Follow-up included visits with ECG and 24h Holter-ECG at 3, 6 and 12 months.

**Results.** From May 2017 to December 2019, 97 patients were scheduled for reentrant AT ablation, excluding CTI-dependent atrial flutter. Of these, 18 patients (18.6%;  $72.1 \pm 8.9$  years of age, 9 females) presented unstable circuits and were included. 9 patients (50%) had structural cardiomyopathy, 11 patients (61%) prior atrial arrhythmias ablations, and 4 patients (22%) previous cardiac surgery. 13 patients (72%) had detectable rotors (26 rotors; median 2 [1–3] rotors per patient); focal ablation achieved conversion into stable AT or sinus rhythm in 12 (92%). In the other patient, and the 5 patients without detectable rotors, 17 sites with spatiotemporal dispersion were detected and focally ablated, with success to achieve arrhythmia stabilization in 5 patients (83%). Globally, and excluding one patient with spontaneous AT stabilization, ablation success to stabilize the AT was achieved in 16/17 patients (94.1%). Procedural success was achieved in 16/18 patients (88.9%). Rate of one-year freedom from atrial arrhythmias was 66.7%. In the 9 patients with stable ATs ablated during the same period, procedural success (92.4%) and one-year freedom from atrial arrhythmias (65.8%) were similar (Figure, C).

**Conclusion.** Most unstable reentrant ATs show detectable rotors, identified as sites with single-bipole fractionated quasi-continuous signals, or spatiotemporal dispersion plus non-continuous fractionation. Ablation of these sites is highly effective to stabilize the AT or convert it into sinus rhythm.

### Abstract FIGURE





**Anexo 14. Lozano Granero VC, Moreno Planas J, Matía Francés R, Hernández Madrid A, Sánchez Pérez I, Zamorano Gómez JL, Franco Díez E. 5013-3 - Recurrencia precoz en la ablación de flúter atípico: predictores y pronóstico a largo plazo. Rev Esp Cardiol 2021;74(Supl 1):656.**





## 5013-3 - RECURRENCIA PRECOZ EN LA ABLACIÓN DE FLÚTER ATÍPICO: PREDICTORES Y PRONÓSTICO A LARGO PLAZO

Vanessa Cristina Lozano Granero, Javier Moreno Planas, Roberto Matía Francés, Antonio Hernández Madrid, Inmaculada Sánchez Pérez, José Luis Zamorano Gómez y Eduardo Franco Díez

Hospital Universitario Ramón y Cajal, Madrid.

### Resumen

**Introducción y objetivos:** La aparición de arritmias auriculares tras la ablación de flúter atípico (FLA) es frecuente. Como se ha observado en la fibrilación auricular (FA), la recidiva puede ocurrir en los primeros meses tras la ablación (fase de *blanking*) debido a una respuesta inflamatoria. Nuestro objetivo fue analizar la incidencia de arritmias auriculares de forma precoz tras la ablación, así como posibles predictores y consecuencias pronósticas.

**Métodos:** De mayo 2015 a mayo 2020, todos los pacientes sin cardiopatía congénita remitidos para ablación de FLA fueron incluidos. Se emplearon mapas de activación y voltaje para definir el circuito y sustrato anatómico, y se realizó ablación a criterio del operador para terminar la arritmia. Tras ello se comprobó ausencia de inducibilidad, realizando nueva ablación en su caso. Se definió recurrencia en fase de *blanking* a la aparición de cualquier arritmia auricular en los 3 primeros meses de seguimiento. Se programaron visitas de seguimiento a los 3, 6 y 12 meses con ECG o Holter.

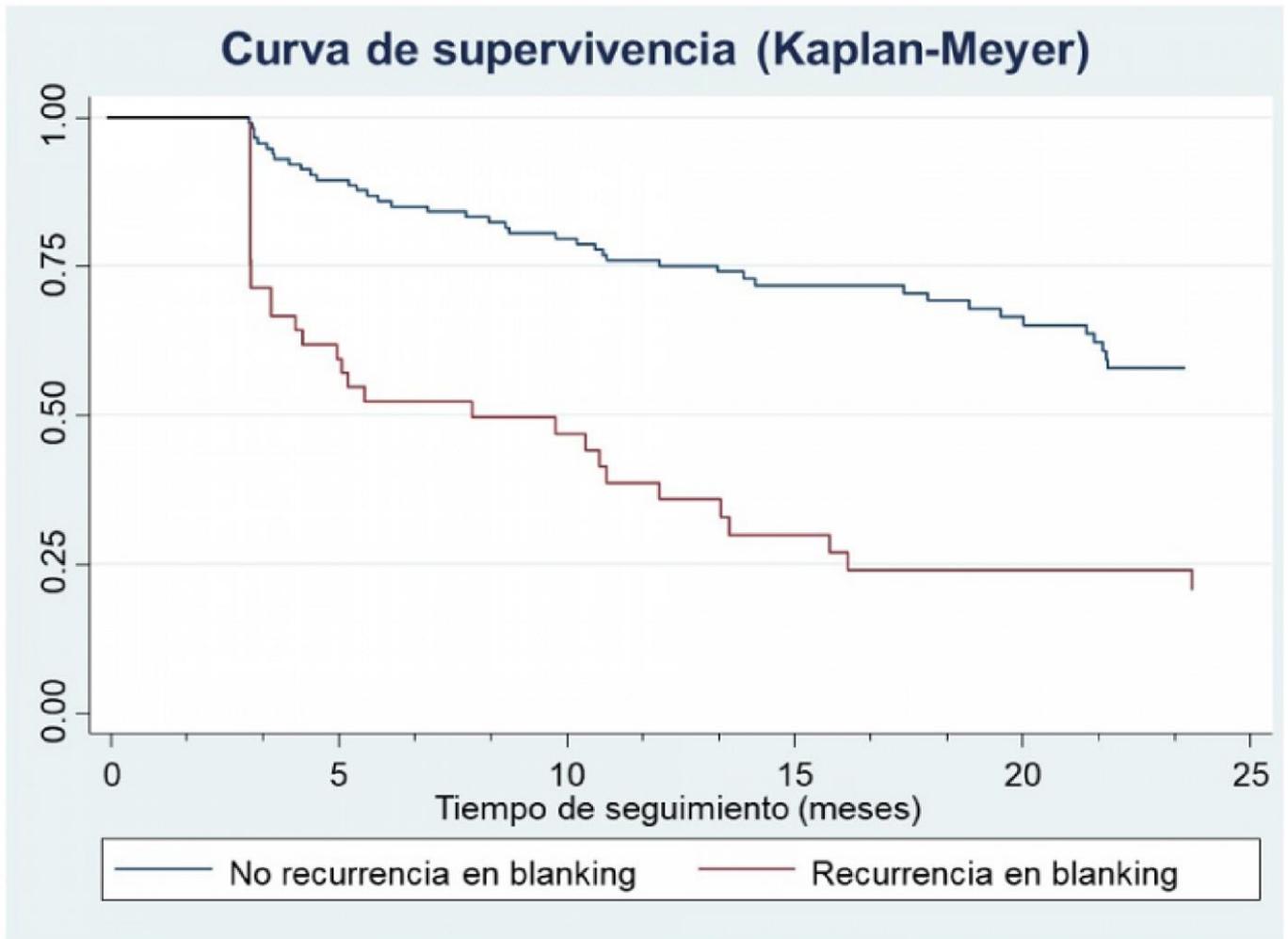
**Resultados:** De los 162 pacientes remitidos se realizó ablación efectiva en 161 (un paciente se suspendió por punción transeptal fallida). El procedimiento fue efectivo para terminar el FLA clínico en 156 (96,9%, 1 suspendido por taponamiento; en 4 el circuito resultó no mapeable por cambios constantes de secuencia o paso a FA) y para la terminación de todas las arritmias auriculares inducibles en 145 (90%). 45 pacientes (27,9%) experimentaron recurrencia en fase de *blanking*, 37 como FLA (82%) y 8 como FA (18%). La tabla muestra las características de los pacientes. Solo el antecedente de FA previa y el fracaso en la terminación de todas las taquicardias inducidas en el procedimiento se asoció con la recurrencia en fase de *blanking*. La recidiva precoz se asoció de forma estadísticamente significativa con la recidiva en el primer año fuera de *blanking*, con una incidencia del 67% en el grupo con recurrencia en fase de *blanking* y del 28% en el grupo que no recurrió ( $p < 0,001$ ) y un RR de 2,34.

Características los pacientes sometidos a ablación de FLA en función de la recurrencia o no en fase de *blanking*

No recurrencia en <i>blanking</i> (N = 116)	Sí recurrencia en <i>blanking</i> (N = 45)	Total (N = 161)	p
---	--	-----------------	---

Variables clínicas y demográficas

Edad (años)	69 ± 12	70 ± 11	70 ± 12	p = 0,6281
Sexo femenino (%)	52 (45%)	27 (60%)	79 (49%)	p = 0,084
Cardiopatía estructural (%)	58 (50%)	23 (51%)	81 (70%)	p = 0,899
Disfunción de VI (%)	18 (16%)	5 (11%)	23 (14%)	p = 0,473
Dilatación de AI (%)	101 (87%)	42 (93%)	143 (89%)	p = 0,258
Antecedente de FA (%)	53 (46%)	29 (64%)	82 (51%)	p = 0,033
Antecedente de ablación de TSV (%)	60 (52%)	25 (56%)	85 (53%)	p = 0,662
Antecedente de ablación de FA (%)	28 (47%)	15 (63%)	43 (51%)	p = 0,190
Antecedente de cirugía cardiaca (%)	33 (28%)	8 (18%)	41 (25%)	p = 0,163
Antecedente de ablación o cirugía cardiaca (%)	79 (68%)	31 (69%)	110 (68%)	p = 0,923
Aspectos electrofisiológicos y procedimentales				
Flúter derecho (%)	22 (19%)	7 (16%)	29 (18%)	p = 0,613
Aislamiento de VVPP previo o en procedimiento (%)	44 (38%)	19 (42%)	63 (39%)	p = 0,0617
Ablación del ICT previo o en procedimiento (%)	61 (53%)	22 (49%)	83 (52%)	p = 0,674
Efectividad flúter clínico (%)	114 (98%)	42 (93%)	156 (97%)	p = 0,105
No inducibilidad de arritmias auriculares (%)	110 (95%)	35 (24%)	145 (90%)	p = 0,001
Complicaciones menores y mayores (%)	15 (13%)	4 (9%)	19 (12%)	p = 0,476
Fármaco antiarrítmico posablación	16 (14%)	4 (9%)	20 (13%)	p = 0,378



*Curva de supervivencia libre de arritmias auriculares.*

**Conclusiones:** La recurrencia de arritmias auriculares en fase de *blinking* tras un procedimiento de ablación de FLA es frecuente y se asocia con una menor probabilidad de supervivencia libre de arritmias auriculares a largo plazo. La historia de FA previa y el fracaso en la terminación de todas las taquicardias inducidas en el procedimiento fueron los únicos predictores de recurrencia en fase de *blinking*.



**Anexo 15. Lozano Granero VC, Franco Díez E, Matía Francés R, Hernández Madrid A, Sánchez Pérez I, Zamorano Gómez JL, Moreno Planas J. 6020-6 - Recurrencia más allá de un año tras ablación de flúter atípico: predictores y pronóstico. Rev Esp Cardiol. 2022;75(Supl 1):388.**





## 6020-6 - RECURRENCIA MÁS ALLÁ DE UN AÑO TRAS ABLACIÓN DE FLÚTER ATÍPICO: PREDICTORES Y PRONÓSTICO

Vanesa Cristina Lozano Granero, Eduardo Franco Díez, Roberto Matía Francés, Antonio Hernández Madrid, Inmaculada Sánchez Pérez, José Luis Zamorano Gómez y Javier Moreno Planas

Hospital Universitario Ramón y Cajal, Madrid.

### Resumen

**Introducción y objetivos:** La ablación de flúter atípico (FLA) presenta un pronóstico desconocido a largo plazo. El objetivo de este estudio fue evaluar la evolución de los pacientes sin recurrencias pasado 1 año del procedimiento.

**Métodos:** Se incluyeron todos los pacientes con ablación de FLA con mapeo de alta densidad sin recurrencia en el 1<sup>er</sup> año (excluyendo *blanking* de 3 meses). Se emplearon mapas de activación y voltaje para definir el circuito y sustrato anatómico, y se realizó ablación a criterio del operador. Tras ello se comprobó ausencia de inducibilidad, realizando nueva ablación en su caso. Seguimiento a los 3, 6 y 12 meses tras la ablación con ECG y/o Holter, siendo posteriormente individualizados.

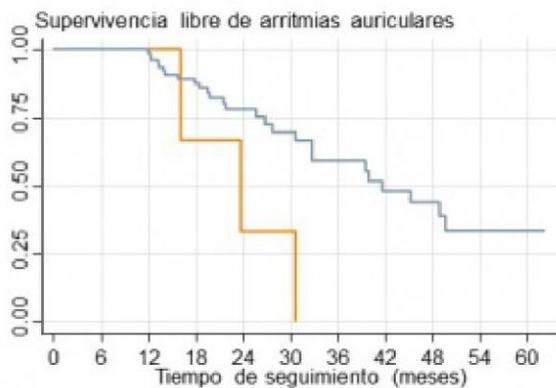
**Resultados:** De un total de 133 pacientes ( $68,3 \pm 13$  años, 49% mujeres), se identificaron 81 (61%) sin recurrencia al año de la ablación. No hubo diferencias significativas entre las características de estos pacientes y los que sí habían recurrido en el primer año. La tabla muestra las características de los 81 pacientes sin recurrencia al año, comparando aquellos con recurrencia tardía *versus* no recurrencia. La efectividad para terminar la arritmia clínica, así como la no-inducibilidad de otras arritmias auriculares al finalizar el procedimiento fueron las únicas variables que se asociaron con la ausencia de recurrencias tardías. No hubo variables clínicas predictoras, aunque los pacientes con recurrencia tardía mostraron una tendencia a presentar edad más avanzada. Los pacientes que recurrieron pasado 1 año de la ablación lo hicieron en forma de flúter en un 66% y de FA en un 34%. La mediana de supervivencia sin recurrencia de arritmias auriculares en pacientes que no habían recurrido al año de la ablación fue de 40 meses [IC95%: 31-50 meses] (fig.). Se observó una tasa lineal de recurrencias, con aproximadamente 25% de los pacientes recurriendo al cabo de 2 años, 50% al cabo de 3 años y 75% al cabo de 4 años de la ablación.

Características de los pacientes que no presentaron recurrencia en el primer año tras la ablación

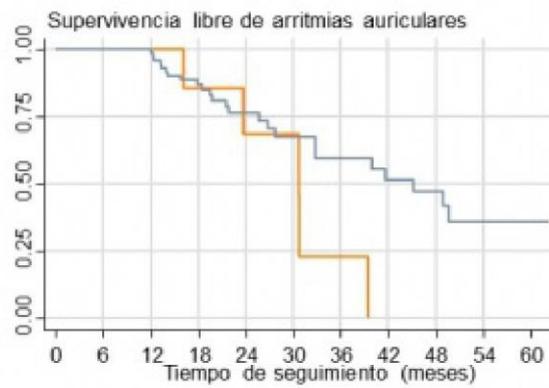
	Recurrencia más allá de 1 año (N = 29)	No recurrencia más allá de 1 año (N = 52)	Total (N = 81)	p
Variables clínicas y demográficas				
Edad (años)	71 ± 11	65 ± 13	67 ± 12	0,0581
Edad avanzada (> 75 años, %)	9 (31%)	16 (31%)	25 (31%)	0,980

Sexo femenino (%)	12 (41%)	30 (58%)	42 (52%)	0,159
Cardiopatía (%)	15 (52%)	29 (56%)	44 (54%)	0,726
Disfunción de VI (%)	3 (10%)	4 (8%)	7 (9%)	0,684
Dilatación de AI (%)	19 (83%)	29 (76%)	48 (61%)	0,561
Antecedente de FA (%)	17 (59%)	27 (53%)	41 (51%)	0,320
Antecedente de ablación de arritmia auricular (%)	17 (59%)	26 (50%)	43 (53%)	0,456
Antecedente de cirugía cardiaca (%)	9 (31%)	17 (33%)	26 (32%)	0,878
Antecedente de ablación o cirugía cardiaca (%)	20 (69%)	12 (23%)	60 (74%)	0,433
Aspectos electrofisiológicos y procedimentales				
Flúter izquierdo (%)	24 (86%)	40 (77%)	64 (80%)	0,348
Flúter no mapeable (%)	2 (7%)	4 (8%)	6 (8%)	0,929
Aislamiento de VVPP previo o en procedimiento (%)	12 (41%)	25 (48%)	37 (46%)	0,562
Ablación del ICT previo o en procedimiento (%)	15 (52%)	31 (60%)	46 (57%)	0,492
Efectividad flúter clínico (%)	26 (90%)	52 (100%)	78 (96%)	0,018
No inducibilidad de arritmias auriculares (%)	24 (83%)	50 (96%)	74 (91%)	0,040
Complicaciones menores y mayores (%)	3 (10%)	6 (12%)	9 (11%)	0,870

VI: ventrículo izquierdo. AI: aurícula izquierda. FA: fibrilación auricular. VVPP: venas pulmonares. ICT: istmo cavotricuspidé.



— no terminación — terminación



— inducibilidad — no inducibilidad

*Supervivencia libre de arritmias auriculares.*

**Conclusiones:** Los pacientes sin recidiva de arritmias auriculares al cabo de 1 año tras la ablación presentaron una recurrencia lineal a lo largo del tiempo, lo que invita a un seguimiento periódico prolongado. La no eficacia de la ablación y la inducibilidad de otras arritmias auriculares en el procedimiento índice fueron predictores de recurrencia tardía.

