



**Universitat Autònoma de Barcelona**

**FACULTAT DE MEDICINA  
DEPARTAMENT DE CIRURGIA**

**TESI DOCTORAL**

**AÏLLAMENT EPICÀRDIC DE LES VENES  
PULMONARS AMB ULTRASONIS D'ALTA  
INTENSITAT PER AL TRACTAMENT  
QUIRÚRGIC DE LA FIBRIL·LACIÓ  
AURICULAR NO PRIMÀRIA**

Autor:

Bernardo Romero Ferrer

Servei de Cirurgia Cardíaca, Hospital Universitari Germans Trias i  
Pujol, Badalona

Directors:

Dr. Benjamí Oller Sales

Dr. Enrique Moret Ruiz

Dra. Irma Casas García

Març 2015



El cor humà és un instrument de moltes cordes; el perfecte coneixedor dels homes les sap fer vibrar totes, com un bon músic.

*Charles Dickens*



*Mil, en una escala de zero a deu. Ahir, avui i per sempre més.*



*Als meus pares, **Perfecto i Miguela**, per ser els millors pares del món.  
El meu pare hauria sigut un excel·lent cirurgià, però la vida no va voler que pogués estudiar. A canvi, la vida, que és meravellosa sempre, li va donar la meva mare. Heu viscut sempre pel meu germà i per mi. Mai no us podrem agrair prou tot el que heu fet per nosaltres. Seguirem sempre el vostre exemple.*





*Al meu germà, **Marc**, la millor persona que conec. El meu germà i, a la vegada, el meu millor amic. També li agrada la Cirurgia, però va decidir dedicar-se a l'Enginyeria i a la Música. Ara ho entenc, la Música no és només un llenguatge universal, és el llenguatge de Déu, l'Enginyer de tot.*



*A Armando i a Josefina, porque tamén son os mellores pais e avós do mundo.*



*Bona nit! Com estàs?*

*3, 2, 1...*



Aquest treball no hauria estat possible sense la col·laboració de molta gent. En primer lloc, dels directors, el **Dr. Benjamí Oller Sales**, el **Dr. Enrique Moret Ruiz** i la **Dra. Irma Casas García**, que m'han orientat i assessorat en tot moment, que han demostrat sempre una gran paciència i que han cregut en aquest projecte i s'han implicat en la seva realització amb un gran compromís.

Gràcies molt sinceres a tots el companys del Servei de Cirurgia Cardíaca de l'Hospital Universitari Germans Trias i Pujol. Al seu Cap, el **Dr. Xavier Ruyra Baliarda**, per fer una ferma realitat aquest projecte que es va iniciar l'any 2000 amb tota la il·lusió i per ser un professional de ment inquieta i esperit indomable, com ho eren els pioners de la Cirurgia Cardíaca. Tinc la sort de poder dir que el meu Cap és, també, el meu amic. Tots dos veiem encara, malgrat el pas dels anys, la vessant més romàntica de la Cirurgia Cardíaca i és per això que ens hi dediquem amb cos i ànima.

Però també a la resta de companys del Servei, els que hi són ara mateix i els que hi van ser en el passat. . Entre tots hem intervingut els malalts d'aquest treball i també han ajudat en el seguiment a la

consulta externa. Gràcies, doncs, a la **Dra. M.L.Cámara Rosell**, al **Dr. Luis Delgado Ramis**, al **Dr. Miguel Ángel Castro Alba**, a la **Dra. Mireia Fernández Gutiérrez**, al **Dr. Javier Orrit**, al **Dr. Claudio Fernández Gallego**, al **Dr. Andrea Colli**, a la **Dra. Elisabet Berastegui García**, al **Dr. Ignasi Julià Amill**, a la **Dra. Sara Badia Gamarra** i al **Dr. Juan Bernardo Flores Sigüenza**. De tots he pogut aprendre coses noves. I, també, a la senyora **Elena Sánchez Muñoz**. Sense la seva col·laboració no hauria estat possible realitzar el seguiment d'aquests malalts.

Gràcies, també, al **Professor Antonio Magaña Nieto**, pel seu assessorament en matèria estadística i de redacció, pel seu compromís i dedicació desinteressada. Coneix tots els secrets dels números i és un orgull per a mi que siguem amics des de la nostra infància.

Gràcies, molt sinceres, al senyor **Jorge Roig Cassani**. També un bon amic, que m'ha recolzat en els aspectes tècnics del sistema d'ablació. El senyor Roig és un senyor de veritat, amb totes les lletres.

Gràcies, també, als companys metges intensivistes del **Servei de Vigilància Intensiva**, per tenir cura dels nostres malalts. I als companys cardíologs del **Gabinet d'Ecocardiografia**, per fer possible el seguiment ecocardiogràfic de tots els nostres malalts.



I, per, últim, gràcies a tot el **personal d'infermeria, auxiliars i zeladors** de la Planta 11, del quiròfan de Cirurgia Cardíaca, de la Consulta Externa, de la Unitat de Vigilància Intensiva Cardíaca i del Gabinet d'Ecocardiografia. Entre tots formem un veritable equip.



## SUMARI

<b>1.RESUM.....</b>	<b>1</b>
1.1.INTRODUCCIÓ .....	2
1.2.OBJECTIUS .....	3
1.3.DISENY .....	3
1.4.RESULTATS .....	4
1.5.CONCLUSIONS.....	5
<b>2.INTRODUCCIÓ.....</b>	<b>7</b>
2.1.PREVALENÇA DE LA FIBRIL·LACIÓ AURICULAR AL NOSTRE MEDI .....	16
2.2.PREVALENÇA DE LA FIBRIL·LACIÓ AURICULAR EN MALALTS QUIRÚRGICS.....	20
2.3.FIBRIL·LACIÓ AURICULAR EN MALALTS AMB PATOLOGIA CORONÀRIA .....	21
2.4.FIBRIL·LACIÓ AURICULAR EN MALALTS AMB MALALTIA VALVULAR MITRAL.....	23
2.5.FIBRIL·LACIÓ AURICULAR EN MALALTS AMB CARDIOPATIA CONGÈNITA.....	24
<b>3.ELECTROFISIOLOGIA DE LA FIBRI·LACIÓ AURICULAR .....</b>	<b>27</b>
3.1.CONCEPTES HISTÒRICS .....	28

3.2. QUÈ ÉS LA FIBRIL·LACIÓ AURICULAR? .....	33
3.2.1. ACTIVITAT AURICULAR ELÈCTRICA ECTÒPICA .....	34
3.2.2. LA REGIÓ DE LES VENES PULMONARS COM A FONT D'ECTÒPIA AURICULAR.....	35
3.2.3. INFLUÈNCIES DEL SISTEMA NERVIÓS AUTÒNOM .....	36
3.2.4. REMODELAT ESTRUCTURAL I PERSISTÈNCIA DE LA FIBRIL·LACIÓ AURICULAR .....	38
3.2.5. LA INFLAMACIÓ SISTÈMICA I LA FIBRIL·LACIÓ PERSISTENT.....	39
3.2.6. CONDUCCIÓ ALENTIDA I FIBROSI COM A SUBSTRAT DE LA FIBRIL·LACIÓ AURICULAR .....	39
<b>4. HISTÒRIA DEL TRACTAMENT QUIRÚRGIC DE LA FIBRIL·LACIÓ AURICULAR.....</b>	<b>43</b>
4.1. AÏLLAMENT AURICULAR ESQUERRE.....	45
4.2. ABLACIÓ DEL FEIX DE HISS.....	45
4.3. PROCEDIMENT DEL PASSADÍS .....	46
4.4. EL PROCEDIMENT DE MAZE O DEL LABERINT.....	46
4.4.1. TÈCNICA QUIRÚRGICA .....	50
4.4.2. REVISIÓ CRÍTICA DEL PROCEDIMENT AMB ELS CONEIXEMENTS ACTUALS.....	51
4.4.3. EL PROCEDIMENT DE COX-MAZE IV.....	53
<b>5. BASES ANATÒMIQUES DEL TRACTAMENT QUIRÚRGIC DE LA FIBRIL·LACIÓ AURICULAR .....</b>	<b>55</b>

5.1.ANATOMIA DE LES VENES PULMONARS .....	56
5.2.ANATOMIA DE L’AURICULA ESQUERRA .....	58
5.3.PLEXES GANGLIONARS RETRO-AURICULARS .....	60
5.4.LES VENES CAVES .....	62
5.5.LLIGAMENT DE MARSHALL .....	64
5.6.L’ORELLETA ESQUERRA .....	65
<b>6.FONTS D’ENERGIA.....</b>	<b>67</b>
6.1.RADIOFREQUÈNCIA .....	69
6.2.CRIO-ABLACIÓ .....	72
6.3.LÀSER .....	73
6.4.MICROONES .....	75
6.5.ULTRASONS D’ALTA INTENSITAT .....	76
<b>7.ESTAT ACTUAL DE LA CIRURGIA DE LA FIBRIL·LACIÓ AURICULAR I DE L’ABLACIÓ PERCUTÀNIA A ESPANYA .....</b>	<b>79</b>
7.1.CIRURGIA DE LA FIBRIL·LACIÓ AURICULAR A ESPANYA.....	80
7.2.ABLACIÓ PERCUTÀNIA DE LA FIBRIL·LACIÓ AURICULAR A ESPANYA .....	84
<b>8.HIPÒTESI.....</b>	<b>87</b>

<b>9.OBJECTIUS .....</b>	<b>89</b>
<b>10.MATERIAL I MÈTODES .....</b>	<b>93</b>
10.1.DISSENY .....	94
10.2.MALALTS .....	95
10.3.DESCRIPCIÓ DEL SISTEMA EPICOR.....	97
10.3.1. <i>SISTEMA DE CONTROL D'ABLACIÓ (ACS)</i> .....	99
10.3.2. <i>ULTRACINCH</i> .....	100
10.4.TÈCNICA QUIRÚRGICA.....	102
10.5.RECOLLIDA DE DADES I VARIABLES.....	103
10.6.FONST D'INFORMACIÓ.....	108
10.7.PROTOCOL POSTOPERATORI.....	110
10.8.ANÁLISI ESTADÍSTICA.....	111
<b>11.RESULTATS .....</b>	<b>113</b>
11.1.DADES PREOPERATÒRIES .....	114
11.2.DADES PERIOPERATÒRIES .....	118
11.2.1. <i>INTERVENCIIONS QUIRÚRGIQUES</i> .....	120
11.3.DADES POSTOPERATÒRIES .....	124
11.3.1. <i>COMPLICACIONS I MORTALITAT</i> .....	124
11.3.2. <i>RESULTATS: RITME CARDÍAC A QUIRÒFAN</i> .....	126

11.3.3.RESULTATS: RITME CARDÍAC A L'ALTA HOSPITALÀRIA .....	128
11.3.4.RESULTATS: RITME CARDÍAC AL MES DE LA INTERVENCIÓ .....	131
11.3.5.RESULTATS: RITME CARDÍAC ALS SIS MESOS DE LA INTERVENCIÓ .....	133
11.3.6.RESULTATS: RITME CARDÍAC AL PRIMER ANY DE LA INTERVENCIÓ .....	135
11.3.7.RESULTATS: RITME CARDÍAC AL SEGON ANY DE LA INTERVENCIÓ .....	138
11.3.8.RESULTATS: RITME CARDÍAC AL TERCER ANY DE LA INTERVENCIÓ .....	141
11.3.9.GRÀFIQUES DE SEGUIMENT.....	144
11.3.10.MALALTS PERDUTS EN EL SEGUIMENT.....	155
11.3.11.ANÀLISI UNIVARIANT, MULTIVARIANT I CORBES DE KAPLAN-MEIER.....	157
<b>12.DISCUSSIÓ .....</b>	<b>169</b>
12.1.RESULTATS SEGONS EL TIPUS DE FIBRIL·LACIÓ AURICULAR.....	172
12.2.RESULTATS SEGONS LA PATOLOGIA DE BASE .....	174
12.3.COMPLICACIONS I MORTALITAT.....	178
12.4.TRACTAMENT MÈDIC DESPRÉS DE LA CIRURGIA..	179
12.4.1.ANTICOAGULANTS ORALS I TANCAMENT DE L'ORELLETA ESQUERRA	
12.5.LIMITACIONS .....	187

12.6.MECANISMES QUE EXPLIQUEN PER QUÈ POT FALLAR L'ABLACIÓ .....	196
12.7.MIRANT CAP AL FUTUR .....	206
<b>13.CONCLUSIONS.....</b>	<b>213</b>
<b>14.BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>217</b>



## **LLISTA D'ABREVIACIONS**

**ACC:** *American College of Cardiology (Col·legi Americà de Cardiologia)*

**ACS:** *Ablation Control System (sistema de control d'ablació)*

**AE:** *aurícula esquerra*

**AFFIRM:** *Atrial Fibrillation Follow-up Investigation of Rhythm Management (Investigació de Seguiment de Tractament del Ritme en la Fibril·lació Auricular)*

**AHA:** *American Heart Association (Associació Americana del Cor)*

**BAFTA:** *Birmingham Atrial Fibrillation Treatment of the Aged (tractament de la fibril·lació auricular de la gent gran de Birmingham)*

**CAGB:** *coronary artery bypass grafting (cirurgia de derivació arterial coronària)*

**CAST:** *Cardiac Arrhythmia Suppression Trial (Estudi de Supressió de l'Arítmia Cardíaca)*

**CE:** *conformitat europea*

**CEC:** *circulació extracorpòria*

**CHADS<sub>2</sub>:** *cardiac failure, hypertension, age, diabetes, stroke (insuficiència cardíaca, hipertensió, edat, diabetis, accident vascular cerebral)*

**CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc:** *cardiac failure, hypertension, age, diabetes, stroke/TIA/thromboembolism history, vascular disease history, sex (insuficiència cardíaca, hipertensió, edat, diabetis, accident vascular cerebral/accident isquèmic transitori/història de trombo-embolisme, història de malaltia vascular, gènere)*

**CIA:** *comunicació interauricular*

**cm:** *centímetres*

**DE:** *desviació estàndard*

**DIAMOND:** *A Danish Investigations of Arrhythmia and Mortality ON Dofetilide (Investigacions Daneses d'Arítmia i Mortalitat amb Dofetilide)*

**DIG Study:** *Digitalis Investigation Group (Grup d'investigació de la digital)*

**ECG:** *electrocardiograma*

**ESC:** *European Society of Cardiology (Societat Europea de Cardiologia)*

**FA:** *fibril·lació auricular*

**FAST:** *Atrial fibrillation catheter ablation versus surgical ablation treatment (tractament de la fibril·lació auricular amb ablació per catèter vs ablació quirúrgica)*

**FDA:** *Food and Drug Administration (Administració pels Aliments i Medicaments)*

**FE:** *fracció d'ejecció*

**GHz:** *gigahertz*

**HIFU:** *high-intensity focused ultrasounds (ultrasons centrats d'alta intensitat)*

***hPa:*** hecto-Pascals

***HRS:*** Heart Rhythm Society (Societat del Ritme del Cor)

***IL-6:*** interleucina 6

***INR:*** international normalized ratio (ràtio normalitzat internacional)

***J:*** Joules

***kg:*** Kilograms

***MHz:*** megahertz

***mm:*** mil·límetres

***ms:*** milisegons

***NT-pro ANP:*** prohormona N-terminal del pèptid natriurètic auricular

***NT-pro BNP:*** prohormona N-terminal del pèptid natriurètic cerebral

***PNA:*** pèptid natriurètic auricular

***RNM:*** ressonància nuclear magnètica

***SICCS:*** Sistema Informàtic de Cirurgia Cardíaca Sorin

***TNF- $\alpha$ :*** factor de necrosi tumoral  $\alpha$

***W:*** watt

## **RESUM**

## **RESUM**

### **INTRODUCCIÓ**

La fibril·lació auricular és l'arítmia cardíaca més freqüent. Un nombre important de malalts que requereixen tractament quirúrgic per la seva patologia de base presenten, també, fibril·lació auricular.

L'Hospital Universitari Germans Trias i Pujol és un centre terciari que va iniciar el seu programa de Cirurgia Cardíaca l'any 2000. Dins de l'Institut Català de la Salut, el seu Servei de Cirurgia Cardíaca se n'ocupa del tractament quirúrgic de les malalties del cor i dels grans vasos a l'àrea Metropolitana Nord i Maresme. Però aquesta àrea va ser ampliada, estenent-se a l'àrea de Girona i, ocasionalment, també a la de Tarragona.

Amb uns resultats quirúrgics contrastats i d'excel·lència, aquest Servei ha tingut sempre, com a objectiu, la recerca de procediments quirúrgics innovadors, poc invasius pels malalts, amb la intenció d'evitar al màxim els danys col·laterals i minimitzar les complicacions de la cirurgia tradicional.

És amb aquest tarannà que l'any 2006 es va iniciar el Programa de Cirurgia de la Fibril·lació Auricular. S'han utilitzat diferents tècniques i, concretament, a 59 malalts se'ls ha tractat amb

una nova tecnologia, els ultrasons d'alta intensitat emprant el sistema Epicor, fent una ablació epicàrdica de les venes pulmonars

### **OBJECTIUS**

Els objectius que es van plantejar a l'hora de començar aquest treball van ser, bàsicament, quatre: avaluar l'efectivitat d'aquest tipus d'ablació, establir les diferències dels resultats entre els malalts amb una fibril·lació auricular paroxismal i una crònica, establir les diferències dels resultats segons la patologia cardíaca de base dels malalts i avaluar la seguretat de la tècnica en quant a complicacions relacionades i mortalitat.

### **DISSENY**

Aquest treball és un estudi prospectiu observacional de cohorts de 59 malalts amb fibril·lació auricular no primària intervinguts al Servei de Cirurgia Cardíaca de l'Hospital Universitari Germans Trias i Pujol, tractats amb una ablació epicàrdica exclusiva de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat.

Els malalts van ser dividits en dos grups. El primer fou constituït per 20 malalts amb una fibril·lació auricular paroxismal i el segon per 39 malalts amb una fibril·lació auricular crònica.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

Un cop realitzada la intervenció, els malalts van ser seguits a la Consulta Externa del mateix Servei, al mes, als sis mesos, al primer any postoperatori i, posteriorment, cada any fins arribar al tercer. La variable principal durant el seguiment fou el ritme cardíac i es va establir d'acord amb l'ECG.

**RESULTATS**

Els resultats obtinguts mostren que l'efectivitat d'aquest tipus d'ablació per mantenir ritme sinusal al primer any fou del 65,3%, del 62,2% al segon any i del 56,8% al tercer any.

Quan la fibril·lació auricular era paroxismal l'efectivitat de la tècnica al primer mes fou del 82,4% i del 41,7% quan era crònica ( $p=0,005$ ), al primer any del 82,4% i del 56,3% respectivament ( $p=0,068$ ), al segon any del 75% i del 55,2% respectivament ( $p=0,189$ ) i al tercer any del 66,7% i del 51,7% respectivament ( $p=0,343$ ).

Pels malalts amb fibril·lació auricular paroxismal, al tercer any manté el ritme sinusal el 75% dels malalts amb patologia mitral, el 66,7% dels malalts amb patologia aòrtica i el 50% dels malalts amb patologia coronària.



Pels malalts amb fibril·lació auricular crònica, al tercer any manté el ritme sinusal el 57,1% dels malalts amb afectació mitral, el 37,5% dels malalts amb afectació aòrtica i el 50% dels malalts amb patologia coronària.

### **CONCLUSIONS**

L'ablació quirúrgica epicàrdica de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat és una tècnica segura i presenta bons resultats, sobre tot, en malalts amb fibril·lació auricular paroxismal, independentment de la seva patologia de base, i s'hauria d'oferir a aquells malalts amb indicació quirúrgica per la seva patologia de base.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

## **INTRODUCCIÓ**

## **INTRODUCCIÓ**

La fibril·lació auricular és l'arítmia cardíaca més freqüent.<sup>1</sup> Bàsicament, els problemes relacionats amb aquesta arítmia són tres. El primer és la resposta ventricular ràpida que pot desenvolupar baix cabal cardíac i, fins i tot, una miocardiopatia. El segon és la pèrdua de la contracció auricular, tan important per l'ompliment ventricular, que fa que el volum d'ejecció ventricular sigui més baix, podent-se arribar a perdre així fins al 25% del cabal cardíac. I el tercer és la formació de coàguls dins les cavitats cardíques i la possibilitat de tromboembolisme.<sup>2, 3</sup>

El seu diagnòstic es fa amb un ECG on s'han d'observar uns intervals RR irregulars i absència d'ones P.<sup>4</sup> S'han fet diversos intents per a la seva classificació i, actualment, la més utilitzada és la proposada conjuntament per l'ACC, AHA i ESC.<sup>4</sup>

Segons aquesta classificació, es poden diferenciar tres tipus de fibril·lació auricular. La fibril·lació auricular *paroxismal* és aquella que acaba de manera espontània en menys de 7 dies o aquella en la que es procedeix a fer una cardioversió elèctrica abans de les 48 hores del seu començament. La fibril·lació auricular *persistent* és aquella que dura més de 7 dies o la que obliga a fer una cardioversió elèctrica més enllà de les 48 hores del seu inici. I la fibril·lació auricular *permanent* és aquella fibril·lació auricular que és contínua, normalment durant més d'un any. D'una manera més senzilla es podrien definir dos grups, el de fibril·lació auricular *paroxismal* i el de fibril·lació auricular *crònica* (que inclouria els malalts amb fibril·lació auricular persistent i permanent).

Diversos estudis, inclòs el de Framingham, mostren l'associació entre la fibril·lació auricular i major risc de mortalitat i de morbiditat.<sup>5,6-11</sup>

També és clar que els malalts que es presenten per a cirurgia cardíaca i que ja tenen una història de fibril·lació auricular, tenen pitjor pronòstic si no es tracta la fibril·lació auricular.<sup>12-14</sup> I no només això, també tenen pitjor pronòstic quirúrgic, amb més incidència d'accident vascular cerebral i de mortalitat.<sup>12, 15, 16</sup>

### **Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

El que sabem és que la cirurgia *per se* no és suficient per curar l'arítmia. Així, Raine reporta que de 92 malalts intervinguts per insuficiència mitral crònica i en fibril·lació auricular, només un 8,5% restaven en ritme sinusal després de la intervenció.<sup>17</sup> I encara més, quan els malalts amb patologia mitral presenten una fibril·lació auricular que dura més d'un any, la probabilitat de romandre en ritme sinusal després de la cirurgia és molt baixa.<sup>2</sup>

Gammie ha publicat un treball que mostra que només el 38% de malalts amb fibril·lació auricular que es presenten per a cirurgia cardíaca valvular o coronària, reben algun tipus d'ablació quirúrgica.<sup>18</sup> Per patologies associades, només un 52% dels malalts amb patologia mitral, només un 28% dels malalts amb patologia aòrtica i només un 25% dels malalts amb patologia coronària reben un procediment d'ablació.

Fins la meitat dels anys 80 es pensava que la fibril·lació auricular era deguda a la presència de múltiples ones que es generaven de manera simultània i que es propagaven pel teixit auricular d'una manera caòtica.<sup>19</sup> Per perpetuar la fibril·lació auricular calia, doncs, un nombre mínim d'ones, una conducció elèctrica alentida, períodes refractaris curts i una gran massa auricular.

Va ser Haissaguerre qui va fer un pas fonamental en el coneixement de la patogènia de la fibril·lació auricular al demostrar que aquesta es generava en punts focals a modus de gallet al voltant de les venes pulmonars. L'any 1994 va publicar un article en el que descrivia els casos de 3 malalts tractats amb èxit fent servir una ablació per catèter.<sup>20</sup>

Des d'un punt de vista teòric, hi ha diverses raons per tractar d'eliminar una fibril·lació auricular amb un procediment d'ablació, sigui amb catèter o quirúrgic. Entre aquestes raons hi figuren millorar la qualitat de vida, disminuir el risc d'embolisme cerebral i d'insuficiència cardíaca i augmentar la supervivència. També és cert que es pot tractar la fibril·lació auricular des d'un punt de vista farmacològic amb medicaments antiarítmics. Però, atenció, l'ús de fàrmacs antiarítmics pot augmentar la mortalitat dels malalts.<sup>21</sup> A l'estudi AFFIRM (Atrial Fibrillation Follow-up Investigation of Rhythm Management) es va demostrar que els malalts que prenen digoxina tenien una mortalitat més elevada.<sup>22</sup> De la mateixa manera, a l'estudi DIG es va demostrar que els malalts amb nivells sèrics de digoxina més elevats presentaven, també, una mortalitat més alta.<sup>23</sup>

A l'estudi DIAMOND (A Danish Investigations of Arrhythmia and Mortality ON Dofetilide) també es va demostrar una més elevada mortalitat entre els malalts que prenen dofetilide.<sup>24</sup> A aquest mateix

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

estudi es va demostrar que mantenir el ritme sinusal s'associava a millor supervivència.

Per altra banda, és ben conegut l'efecte pro-arítmic de l'encainida, la flecainida i la moricizina, com va quedar demostrat a l'estudi CAST (Cardiac Arrhythmia Supression Trial).<sup>25-27</sup>

L'any 2007 es va publicar un document de consens que recollia les indicacions d'ablació per catèter o quirúrgica de la fibril·lació auricular.<sup>28</sup> La indicació primària és la presència de fibril·lació auricular simptomàtica, refractària o intolerant als fàrmacs antiarítmics de la classe I o de la classe III. Fins ara només hi ha un estudi randomitzat que hagi comparat l'ablació per catèter i la quirúrgica.<sup>29</sup> En aquest estudi l'ablació quirúrgica ha mostrat millors resultats a un any de seguiment, mantenint ritme sinusal el 66,5% de malalts tractats quirúrgicament, contra només un 36,5% de malalts tractats percutàniament, tot i que el grup quirúrgic també va presentar més complicacions postoperatòries.

Si els resultats dels procediments d'ablació percutània d'aquest treball són pobres, s'ha de dir que no són millors els reportats per l'equip d'electrofisiòlegs de Bordeaux, on només un 29% de malalts mantenen el ritme sinusal als cinc anys del procediment.<sup>30</sup>



Particularment interessant és el treball de Bisleri<sup>31</sup> en el que els malalts són tractats des d'un punt de vista híbrid, és a dir, primer reben una ablació quirúrgica, però en el mateix moment operatori i, percutàniament, es demostra que s'han assolit els objectius de bloqueig de la conducció elèctrica. En cas contrari es continuen fent noves línies d'ablació. Tanmateix, entre el dia 30 i el 45 després del procediment, els malalts tornen a passar un estudi electrofisiològic.

Des del punt de vista quirúrgic, van ser Cox i el seu equip els que van desenvolupar un primer tractament quirúrgic eficaç per a la fibril·lació auricular.<sup>32, 33</sup>

Cox va desenvolupar una intervenció que és coneguda com intervenció de Maze o del laberint. Aquesta intervenció ha sofert diverses modificacions amb el temps degut a la seva complexitat i morbiditat. El model final es coneix com a Maze-III.<sup>34, 35</sup> En aquesta intervenció s'actua tant a l'aurícula dreta com a l'esquerra. A l'interior de l'aurícula esquerra es creen línies d'ablació al voltant de les venes pulmonars que es connecten entre elles i després cap a l'anell mitral i l'orelleta esquerra, que també s'aprofita per tancar. A l'exterior de la aurícula dreta es fa una primera línia d'ablació que connecta les dues venes caves i després es fan unes línies addicionals cap a la orelleta dreta i el solc auriculo-ventricular. A l'interior de l'aurícula dreta s'ha

### **Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

de fer una línia d'ablació que connecti la fossa oval, el si coronari i l'anell de la vàlvula tricúspide.

Aquesta és, doncs, una intervenció complexa, que obligatòriament augmenta el temps de la cirurgia ja que s'ha de fer sota circulació extra-corpòria i a cor obert. En els casos de cirurgia de la vàlvula mitral o de la vàlvula tricúspide les cavitats cardíques ja s'han d'obrir igualment. Però en els casos de cirurgia de la vàlvula aòrtica o en els casos de cirurgia coronària les cavitats cardíques no s'han obrir. És més, hi ha malalts coronaris que s'intervenien sense necessitat de circulació extra-corpòria.

Atesa la necessitat de simplificar el procediment quirúrgic, i gràcies als treballs d'Haissaguerre, s'ha plantejat l'ablació de les venes pulmonars com alternativa. L'avantatge principal és que l'ablació es pot fer directament des de l'epicardi, sense necessitat d'obrir cavitats cardíques ni d'afegir temps de cirurgia ni de circulació extra-corpòria. Avui es disposa de tecnologia que permet emprar diferents fonts d'energia per realitzar l'ablació, com la radiofreqüència, la crio-ablació, les microones, el làser o els ultrasons d'alta intensitat (HIFU). Els ultrasons alliberen l'energia d'una manera focal, evitant provocar danys als teixits veïns del cor.

Les indicacions actuals de cirurgia d'ablació de la fibril·lació auricular, segons el document de consens AHA/ACC/HRS són:

Classe IIa: quan el malalt s'ha de sotmetre a un altre procediment de cirurgia cardíaca (nivell d'evidència C).

Classe IIb: procediment exclusiu d'ablació per malalts simptomàtics que no s'han pogut controlar d'una altra manera (nivell d'evidència B).<sup>36, 37</sup>

Deixant de banda els malalts que pateixen d'una fibril·lació auricular primària, actualment es considera que els malalts que necessiten tractament quirúrgic per la seva malaltia de base també es poden beneficiar d'un procediment d'ablació quirúrgica en el mateix moment operatori.<sup>38</sup> Es tracta d'esbrinar si un procediment d'ablació de les venes pulmonars pot ser suficient. A la literatura mèdica hi ha prou evidència per afirmar que ho és en malalts amb fibril·lació auricular paroxismal.<sup>39, 40</sup> En aquests treballs es reporta una taxa d'èxit que va entre el 83 i el 92%. Per contra, en els malalts amb fibril·lació auricular crònica els resultats coneguts fins ara no són tan bons. Edgerton reporta una taxa d'èxit de només un 56,5% en aquest tipus de malalts.<sup>40</sup>

**PREVALENCIA DE LA FIBRIL·LACIÓ AURICULAR AL NOSTRE MEDI**

L'estudi OFRECE<sup>41</sup> és un estudi transversal realitzat a l'àmbit de l'atenció primària a l'estat espanyol. La prevalença de la fibril·lació auricular en aquest estudi és del 4,4% (IC95%, 3,8-5,1). La prevalença va ser similar en els homes (4,4% [3,6-5,2]) i dones (4,5% [3,6-5,3]) i augmentava progressivament a partir dels 60 anys d'edat.

Pel que fa als factors de risc cardiovascular, els malalts amb fibril·lació auricular presentaven més gran percentatge d'obesitat (47,8% vs 32,2%;  $p<0,001$ ), hipercolesterolèmia (45,6% vs 24,5%;  $p<0,001$ ), diabetis mellitus (24,5% vs 11,6%;  $p<0,01$ ) i d'hipertensió arterial (76% vs 43,9%;  $p<0,01$ ). I menys tabaquisme que els malalts sense fibril·lació auricular (4,7% vs 23,2%;  $p<0,001$ ).

D'altra banda, els malalts amb fibril·lació auricular presentaven amb més freqüència antecedents de malaltia cerebro-vascular (16,6% vs 3,2%;  $p<0,001$ ), d'arteriopatia perifèrica (7,9% vs 2,1%;  $p<0,001$ ), de malaltia pulmonar (18,1% vs 5,8%;  $p<0,001$ ), de cardiopatia isquèmica (17,9% vs 4,3%;  $p<0,001$ ) i d'insuficiència cardíaca (29,4% vs 1,8%;  $p<0,001$ ).

L'anàlisi multivariant mostra que l'edat, el gènere masculí, l'obesitat central, no fumar, els antecedents de cardiopatia isquèmica, malaltia del tiroides o ser portador d'un marcapàs, s'associen de manera independent amb la presència de fibril·lació auricular. Malgrat no hi ha diferències en la prevalença total de fibril·lació auricular segons el gènere, sí que n'hi ha segons les dècades analitzades, amb una prevalença més gran en homes en les dècades inferiors als 80 anys i predomini de dones en les superiors als 80 anys.

A l'analitzar el perfil dels malalts amb fibril·lació auricular no diagnosticada, predomina el percentatge de no diabètics, fumadors i sense antecedents d'insuficiència cardíaca. També aquesta població amb fibril·lació auricular no diagnosticada està menys simptomàtica.

El cens de 2011 estima la xifra de població de l'estat espanyol en 46.815.916 habitants i el 51,1% (23.922.933 habitants) són més grans de 40 anys. A l'aplicar les prevalences específiques per grup d'edat i sexe observades a l'estudi OFRECE, es pot estimar que el nombre de malalts amb fibril·lació auricular en població més gran de 40 anys a l'estat espanyol (excepte Cantabria, Ceuta i Melilla) és de 1.025.846 (IC95%, 879.077-1.172.614) dels que 94.546 (IC95%, 57.944-131.148) estarien sense diagnosticar.

### **Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

L'estudi REGICOR,<sup>42</sup> l'únic realitzat en població general, va trobar una prevalença del 0,7%. Però s'havien exclòs els malalts més grans de 74 anys. A l'estudi PREV-ICTUS,<sup>43</sup> un estudi transversal de base poblacional que va analitzar exclusivament a persones més grans de 60 anys, la prevalença de fibril·lació auricular va ser del 8,5% (IC95%, 7,9%-9,2%), més grans en homes (9,3% vs 7,9%) i augmentà des del 4,2% en persones de 60-64 anys al 16,5% en les de 85 anys o més grans.

L'estudi CARDIOTENS,<sup>44</sup> realitzat en hipertensos, va donar una prevalença total de fibril·lació auricular del 4,8% i que augmentava en cada dècada de la vida (el 1% en més joves de 50 anys i el 11,1% en edats més grans o iguals a 80 anys).

Als estudis europeus també existeix una ampla variabilitat, amb una prevalença en població general que s'estima entre el 0,2 i el 1,2% i, per poblacions més grans de 50 anys, entre el 1,5 i el 5,5%.<sup>45-47</sup>

Als estudis Euro Heart survey<sup>48</sup> i RealiseAF<sup>49</sup> els malalts amb fibril·lació auricular es distribuïen en un 28% i 25% com a paroxismal, en un 22% i 22% com a persistent i en un 29% i 46% respectivament com a permanent.

Pel que fa al tractament de la fibril·lació auricular en el nostre medi, i a l'àmbit de l'atenció primària, en el 79% de casos s'afavoreix una estratègia de control de la freqüència cardíaca.<sup>50</sup> Per aconseguir-ho, en el 40% de casos s'utilitzen el  $\beta$ -bloquejants, en el 28% la digoxina i en el 12,4% els antagonistes del calci. El 84,1% dels malalts rep tractament anticoagulant, dels quals el 66% tenen un INR en rang terapèutic.

La incidència de la fibril·lació auricular, com succeeix amb la prevalença, augmenta amb l'edat i amb la presència de malaltia cardíoc-vascular. A l'estudi de Rotterdam, la taxa d'incidència en el grup de 55-59 anys va ser de 1,1/1000 persones-any i va augmentar fins a 20,7/1000 persones-any en el grup de 80-84 anys. El risc de patir FA al llarg de la vida va ser del 23,8% en homes i del 22,2% en dones.<sup>45</sup>

Un altre estudi longitudinal previ, en el que es van seguir 4000 homes sans durant 44 anys, va demostrar que el 7,5% d'aquests van patir fibril·lació auricular. El risc estimat de patir-la va ser de 0,5/1000 persones-any abans dels 50 anys i del 9,7% després dels 70 anys.<sup>10</sup> Es calcula que els homes que han complit 40 anys tenen una probabilitat de 25% de patir fibril·lació auricular al llarg d'una vida estimada de 95 anys.<sup>51</sup>

## **PREVALENÇA DE LA FIBRIL·LACIÓ AURICULAR EN MALALTS QUIRÚRGICS**

Les dades següents corresponen a estudis epidemiològics fets a Nord-Amèrica. Fins el 50% dels malalts mitrals i 1%-6% de malalts coronaris que necessiten cirurgia, presenten fibril·lació auricular.<sup>14, 52-54</sup>

Ja que la fibril·lació auricular és especialment freqüent en malalts valvulars mitrals, la majoria d'estudis s'han fet en aquest grup de malalts. De fet, per aquest grup de malalts, la presència de fibril·lació auricular és un marcador de malaltia cardíaca avançada. Si comparem el malalts mitrals sense fibril·lació auricular amb els malalts mitrals amb fibril·lació auricular, aquests darrers tenen una classe funcional més avançada, més disfunció ventricular esquerra i una aurícula esquerra més dilatada.<sup>14, 55-57</sup>

Recentment s'han publicat dades que estudien malalts coronaris amb fibril·lació auricular, que confirmen associacions similars a les descrites pels malalts mitrals.<sup>14, 58</sup>



## **FIBRIL·LACIÓ AURICULAR EN MALALTS AMB PATOLOGIA CORONÀRIA**

Entre el 0,96% i el 8,7% de malalts coronaris tenen també una fibril·lació auricular.<sup>14, 59</sup> Com que avui en dia els malalts són també més grans, hem d'esperar un increment en el nombre de malalts coronaris amb fibril·lació auricular. Per exemple, a la base de dades de la *Society of Thoracic Surgeons*, de 150.663 malalts sotmesos a una cirurgia aïllada de *bypass* coronari, 9.148 (6,1%) tenien documentada una fibril·lació auricular.

Comparats amb els malalts coronaris sense fibril·lació auricular, aquells que la tenen són més grans i amb més comorbiditats, com la disfunció ventricular, hipertensió arterial, diabetis, insuficiència renal, malaltia vascular perifèrica, insuficiència cardíaca, accident vascular cerebral i infart de miocardi previ.<sup>14</sup>

Sembla evident que pels malalts amb una fibril·lació auricular permanent o paroxismal de més de 6 mesos de durada, la cirurgia de *bypass* coronari no soluciona *per se* la fibril·lació auricular.<sup>60</sup>

D'altra banda, la fibril·lació auricular crònica sí s'ha mostrat com a factor de risc després de la cirurgia de *bypass*.<sup>61</sup> A un estudi específic de la Clínica Mayo s'ha vist que la supervivència als 30 dies, 5 anys i 10 anys després de la cirurgia és diferent pels malalts amb o

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

sense fibril·lació auricular (97% vs 99%, 68% vs 85% i 42% vs 66% respectivament). La mediana de supervivència va ser de 8,7 anys pels malalts amb fibril·lació i de 14 anys pels malalts sense.<sup>14</sup>

Pel que fa al tractament quirúrgic, i d'acord amb les dades de la *Society of Thoracic Surgeons*, fins un 24% de malalts amb fibril·lació auricular que es sotmeten a una cirurgia de *bypass coronari*, reben també una ablació de l'arítmia.

## **FIBRIL·LACIÓ AURICULAR EN MALALTS AMB MALALTIA VALVULAR MITRAL**

La malaltia valvular mitral s'associa a canvis a l'estructura i funció de les aurícules que freqüentment porten a fibril·lació auricular.<sup>62</sup> Avui en dia als països occidentals el patró d'afectació mitral més freqüent és la malaltia degenerativa, essent l'afectació reumàtica menys freqüent.<sup>63</sup>

En aquests malalts, la fibril·lació auricular també incrementa la morbiditat i la mortalitat.<sup>54</sup> I també és un factor de risc independent de mortalitat de la cirurgia, així com d'accident vascular cerebral, trombo-embolisme i hemorràgia relacionada amb la presa de medicació anticoagulant.<sup>64</sup> De fet, l'aparició recent de fibril·lació auricular és una indicació per a cirurgia en aquests malalts.<sup>52</sup>

La cirurgia valvular mitral *per se* no és curativa per l'arítmia. Un estudi prospectiu i randomitzat amb malalts amb fibril·lació auricular permanent va mostrar que només el 4,5% de tornaven a ritme sinusal després de l'operació.<sup>65, 66</sup>

S'ha demostrat que pels malalts amb una aurícula esquerra de diàmetre més gran o igual que 9 cm no es pot assolir ritme sinusal malgrat s'hagi fet un procediment d'ablació.<sup>67</sup>

**FIBRIL·LACIÓ AURICULAR EN MALALTS AMB CARDIOPATIA CONGÈNITA**

Als adults, l'arítmia auricular més freqüent és la fibril·lació auricular. Però en els nens amb cardiopatia congènita, les arítmies auriculars més freqüents són la taquicàrdia per reentrada i el flutter auricular.<sup>68</sup>

Moltes vegades aquests tipus d'arítmies auriculars representen un problema clínic important ja que són molt difícils de tractar tant des d'un punt de vista farmacològic com amb ablació per catèter.

Etiològicament aquestes arítmies necessiten uns circuits anatòmics de reentrada i, també, diferents temps de repolarització auricular, essent el de l'aurícula esquerra més curt que el de la dreta. Un tercer factor, que són regions d'activació auricular lenta degut a la hipoplàsia o atrofia miocàrdica en llocs de conducció normalment ràpida, com la cresta terminal o els músculs pectinis.

El quart factor és el focus gallet, que acostuma a ser despolaritzacions auriculars prematures.<sup>69</sup> Els malalts que s'han sotmès a cirurgia congènita tenen diverses incisions auriculars i línies de sutura que actuen com autèntiques barreres a la conducció elèctrica, permetent la reentrada, sobre tot a l'aurícula dreta.

Hem de diferenciar entre els malalts que presenten una patologia tipus Fontan dels que presenten altres anomalies que porten a insuficiència tricuspídia o sobrecàrrega de volum de cavitats dretes, com les comunicacions interauriculars (CIA) o la malaltia d'Ebstein.

Pels malalts tipus Fontan, el tractament quirúrgic d'aquestes arítmies no és senzill. Pels malalts amb flutter auricular la intervenció més adient seria un Maze dret. En canvi, pels malalts amb fibril·lació auricular, seria suficient un Cox-Maze III.<sup>70</sup>

Els malalts “no Fontan” acostumen a ser tractats amb un procediment de Maze dret.<sup>71</sup> De totes maneres no es disposen de resultats a llarg termini en aquests malalts.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

**ELECTROFISIOLOGIA DE LA FIBRILACIÓ  
AURICULAR**

## **ELECTROFISIOLOGIA DE LA FIBRIL·LACIÓ AURICULAR**

### **CONCEPTES HISTÒRICS**

La recerca en el camp de la fibril·lació auricular va ser frenada durant molt de temps per dos factors. El primer, la impossibilitat d'enregistrar múltiples electrogrames auriculars simultàniament. El segon, la manca d'un model animal per experimentar.

De les arítmies auriculars, la fibril·lació ha sigut més estudiada que el flutter atès que és més fàcil d'induir experimentalment. A finals del segle XIX, clàssicament es reconeixien tres teories per explicar l'activació auricular durant la fibril·lació. Rothberger i Winterberg van proposar una teoria (primera) en la que un únic focus automàtic actuava a una freqüència de descàrrega molt ràpida, el que provocava que tot el miocardi auricular fibril·lès.<sup>33</sup>



Garrey va raonar que si aquesta teoria era certa, la divisió de l'aurícula en segments més petits de miocardi aïllat acabaria per fer que només un dels segments continués fibril·lant, segment que seria en el que estigués situat al focus automàtic. De totes maneres, els seus treballs experimentals van demostrar que la teoria de Rothberger era incorrecta, doncs tots els segments auriculars continuaven fibril·lant malgrat la segmentació.

Posteriorment, Englemann va proposar que durant la fibril·lació hi havia múltiples focus automàtics activant-se de manera independent per tot el teixit auricular (segona teoria). De fet, per Englemann la teoria de Garrey era correcta, però cada segment auricular tenia un focus automàtic. Garrey va establir que si això era cert, la divisió auricular en diferents segments no podria interrompre la fibril·lació. Però, novament, els seus treballs experimentals van demostrar-li que estava equivocat, ja que quan un segment aïllat era prou petit, resultava impossible d'induir-lo a fibril·lar.

Malgrat això, les observacions de Garrey fetes al llarg de més de 65 anys van establir dos principis bàsics de la fibril·lació auricular, el primer, que es necessita una massa crítica de teixit auricular perquè pugui aparèixer la fibril·lació i, segon, que el mecanisme de la mateixa no és l'automatisme, sinó la reentrada (la tercera teoria). La

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

hipòtesi de la reentrada ja va ser establerta per Lewis en el seus treballs experimentals, però no va demostrar-la mai.

A finals dels anys 50, Moe va introduir la teoria de les ones múltiples de la fibril·lació auricular. De manera molt elegant va demostrar que la fibril·lació es podia iniciar per una ràpida successió d'estímuls prematurs. Això implicava que els períodes refractaris auriculars havien de ser diferents a diferents zones, fins i tot veïnes. Durant el període refractari el miocardi no es pot activar. Si el període refractari és curt la propagació d'un impuls és més ràpida que quan el període refractari és llarg, causant així la dissociació de l'impuls en nombrosos circuits de reentrada.

Moe no va parar mai atenció a la geometria auricular. Però Lewis, Drury, Iliescu, Rosenbleuth, Garcia Ramos, Kimura, Hayden, Hurley i Rytand, entre altres, van demostrar la importància dels orificis auriculars en la gènesi dels circuits de reentrada.<sup>72-74</sup>

La tecnologia no va permetre enregistrar mapes d'activació auricular fins la meitat dels anys 70. Treballant en cor de conill, Allessie, Bonke i Schopman<sup>32</sup> van demostrar experimentalment la presència de circuits de reentrada en el flutter auricular. Posteriorment, va ser Boineau qui va demostrar que aquests circuits podien propagar-se en el sentit de les agulles del rellotge o a

l'inrevés.<sup>75</sup> Els seus treballs els va dur a terme treballant amb el cor d'un gos que, espontàniament, presentava flutter auricular.

Ja a principis dels 80, Spach va demostrar que la velocitat de conducció d'una ona al teixit auricular depenia també de l'orientació de les fibres del teixit auricular pel que viatjava. Així les ones que es propagaven paral·leles al teixit auricular viatjaven més ràpidament que les que propagaven perpendicularment a les fibres.<sup>76, 77</sup>

I l'any 1984 Allesie, emprant un sofisticat sistema multi-punt i per ordinador, va ser el primer en documentar la presència de múltiples circuits de reentrada en el cor de gos durant la fibril·lació auricular. Per primera vegada la teoria de Moe de múltiples ones i la importància de les diferències en els períodes refractaris auriculars s'havien confirmat experimentalment.

L'any 1998, Michael Haissaguerre i el seu equip a Bordeaux van publicar un treball fonamental que descrivia un patró aritmogènic de la fibril·lació auricular basat en focus gallet al voltant de les venes pulmonars.<sup>78</sup> Van estudiar malalts amb fibril·lació auricular paroxismal, trobant que les venes pulmonars són una font important de focus gallet que inicien la fibril·lació auricular, donant peu a l'aïllament de les venes pulmonars com a nova estratègia de tractament. Ara bé, també van trobar malalts amb un patró més

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

complex de fibril·lació en els que el tractament de les venes pulmonars no era tan efectiu.<sup>79, 80</sup>

## **QUÈ ÉS LA FIBRIL·LACIÓ AURICULAR?**

La fibril·lació auricular és una arítmia caracteritzada per una activació auricular asincrònica i ràpida. Pot ser iniciada per activitat ectòpica (focus gallet) i requereix un substrat (dilatació auricular, afectació de la conducció elèctrica, etc.) per perpetuar-se.<sup>81</sup>

Les diferències en el mecanismes individuals de la fibril·lació auricular poden tenir importància en el moment d'identificar el tractament més adequat en cada cas. Així, quan la fibril·lació és deguda a fenòmens de reentrada, el tractament hauria d'intentar interrompre aquests circuits. Quan la fibril·lació és deguda a l'activitat d'un focs ectòpic, el tractament hauria d'aïllar aquest focus. Normalment aquests dos mecanismes estan implicats conjuntament.<sup>82</sup>

El mecanisme més recentment identificat és el focus ectòpic originat a la regió de les venes pulmonars i que ha portat a molts investigadors a suprimir aquesta activació, ja sigui eliminant directament el focus ectòpic<sup>83</sup> o aïllant les venes pulmonars.<sup>84-86</sup>

### ***ACTIVITAT AURICULAR ELÈCTRICA ECTÒPICA***

L'activitat auricular ectòpica resulta afavorida per la disfunció del node sinusal, l'activació neuro-hormonal i l'excés de calç al citosol. Aquest excés de calç s'ha implicat a l'origen de la fibril·lació auricular tant en animals d'experimentació<sup>87</sup> com en malalts.<sup>88</sup> Quan amb un marcapàs s'indueix una freqüència auricular ràpida, això comporta un excés de calç i canvis en l'estructura i en la funció de les mitocòndries.<sup>89</sup> Aquests canvis són molt similars als observats en les aurícules de malalts amb fibril·lació auricular persistent o permanent.<sup>90, 91</sup> L'excés de calç altera el transport dels electrons i augmenta la producció d'oxidants. La funció mitocondrial és fonamental per la salut metabòlica del miòcit i l'empitjorament energètic s'associa amb inestabilitat elèctrica.<sup>92</sup> Els oxidants, l'empitjorament metabòlic i la inestabilitat elèctrica poden contribuir a la fibril·lació auricular en malalts grans i en malalts amb insuficiència cardíaca.<sup>93</sup>

En animals d'experimentació s'ha vist que, després d'induir fibril·lació auricular amb freqüències ràpides de marcapàs, el període refractari efectiu s'escurça.<sup>94</sup> La fibril·lació persistent canvia la funció i expressió dels canals iònics auriculars.<sup>95, 96</sup> Els canvis en l'expressió i en la funció de les proteïnes connectives també poden contribuir a alterar els patrons d'excitació elèctrica en la fibril·lació auricular.<sup>97</sup>

El remodelat elèctric que esdevé amb la fibril·lació auricular ha sigut àmpliament estudiat tant en teixit auricular humà com animal.<sup>95, 98, 99</sup> A la majoria d'aquests estudis s'ha trobat una disminució del corrent de calç de tipus L.<sup>100</sup> Aquest corrent és crucial pel mecanisme de contracció i excitació del cor i determinant del període refractari efectiu i la contractilitat auricular.

### ***LA REGIÓ DE LES VENES PULMONARS COM A FONT D'ECTÒPIA AURICULAR***

Nombrosos estudis han destacat la importància de l'activitat elèctrica ectòpica a la regió de les venes pulmonars per iniciar la fibril·lació auricular, particularment en malalts amb fibril·lació paroxismal.<sup>84, 101, 102</sup> Però el treball original en aquest camp correspon a Haissaguerre,<sup>78</sup> qui va demostrar que la fibril·lació es pot iniciar i perpetuar per les descarregues focals del teixit auricular que envolta els *ostia* de les venes pulmonars.

Aquestes descàrregues poden iniciar una activitat més ràpida i duradora de reentrada dins les venes pulmonars, generant ones que es poden propagar i col·lisionar amb les ones d'activació normal, donant lloc a trencament d'aquestes ones normals que generarien múltiples ones d'activació elèctrica al llarg de l'aurícula, iniciant-se, així, la

### **Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

fibril·lació auricular. Però, que hi ha darrera l'activitat ectòpica de les venes pulmonars? Estudis de fisiologia cel·lular en un model caní suggereixen que no hi ha diferència entre el miòcits de les venes pulmonars i els del teixit auricular esquerre.<sup>103, 104</sup> Particularment interessant és el fet que, en un model caní d'insuficiència cardíaca, les descàrregues focals provenen de la porció posterior de l'aurícula esquerra.

### ***INFLUÈNCIES DEL SISTEMA NERVIÓS AUTÒNOM***

El sistema nerviós autònom juga un paper en la gènesi tant de la fibril·lació auricular com d'altres taquiarítmies.<sup>105</sup> Tant els nervis parasimpàtics (que alenteixen la freqüència cardíaca) com els simpàtics (que l'acceleren) poden actuar com a gallet i iniciar la fibril·lació auricular,<sup>105</sup> per escurçament del període refractari efectiu i canvis en el cicle intracel·lular del calci.<sup>106</sup> A més a més, les venes pulmonars són un lloc principal per on entren les fibres nervioses dins l'aurícula esquerra.<sup>107, 108</sup>

L'activitat vagal provoca un alentiment de la freqüència cardíaca, de la conducció nodal auriculo-ventricular i un escurçament heterogeni dels potencials d'acció auriculars. Aquests efectes resulten



de l'activació dels canals de potassi acoblats als receptors muscarínics (M2) presents en una alta concentració en els miòcits auriculars i nodals.<sup>109</sup>

En models canins, l'estimulació vagal aïllada és suficient per mantenir la fibril·lació auricular.<sup>110</sup> Els malalts amb una fibril·lació auricular “vagal” són, generalment, joves i esportistes, amb un to parasimpàtic alt i freqüències cardíques basals baixes.<sup>111</sup>

Estudis experimentals en preparacions aïllades de teixit caní de venes pulmonars suggereixen que l'estimulació simultània parasimpàtica i simpàtica és més efectiva per promoure l'activitat ectòpica de les venes pulmonars, en estimular un excés de calç i generar un escurçament del període refractari efectiu.<sup>112</sup>

Armour va ser el primer en documentar la presència d'un sistema nerviós cardíac intrínsec, que consisteix en feixos de neurones (plexes ganglionars) que es troben en múltiples localitzacions auriculars i ventriculars.<sup>113</sup> Aquests plexes es troben incrustats en cúmuls de greix a l'epicardi del cor. Els plexes ganglionars es concentren en 4 punts fonamentals, lateral a la venes pulmonars dretes, sota la vena cava inferior a l'aurícula esquerra, a l'espai entre la vena cava superior i l'aorta i anterior i superior a les venes pulmonars esquerres.<sup>114</sup>

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

L'estimulació dels plexes ganglionars de les venes pulmonars converteix l'activat focal en una fibril·lació auricular.<sup>115</sup> Sobre aquesta idea, s'ha suggerit que l'eliminació dels plexes ganglionars podria atenuar l'aparició de la fibril·lació auricular.

***REMODELAT ESTRUCTURAL I PERSISTÈNCIA DE LA FIBRIL·LACIÓ AURICULAR***

Aurícules dilatades o amb cicatrius tenen més propensió a mantenir la fibril·lació auricular un cop iniciada. El remodelat estructural facilita el desenvolupament de fibril·lació auricular persistent.

Els factors que promouen el remodelat estructural inclouen la dilatació auricular, l'excés de calç, la hipertròfia ventricular esquerra, el to autonòmic, la inflamació, la disfunció ventricular, les malalties valvulars i l'estrès oxidatiu. Els mecanismes específics implicats en el remodelat estructural inclouen l'activació de proteases dependents del calç com les calpaines,<sup>116, 117</sup> l'activació de cinases o fosfatases dependents del calç i un increment de l'estrès oxidatiu, resultat de l'alteració de la funció mitocondrial i/o mecanismes inflamatoris.<sup>118</sup>

### ***LA INFLAMACIÓ SISTÈMICA I LA FIBRIL·LACIÓ PERSISTENT***

S'ha descrit una relació entre inflamació i fibril·lació auricular.<sup>118-121</sup> En biòpsies de malalts amb fibril·lació auricular s'han trobat infiltrats de cèl·lules inflamatòries i fibrosi.<sup>122</sup> També s'ha descrit que la proteïna C-reactiva, que és un marcador d'inflamació sistèmica, es troba elevada en malalts amb fibril·lació auricular.<sup>118</sup> I, fins i tot, que els nivells de la proteïna C-reactiva poden predir el desenvolupament futur de la fibril·lació.<sup>119</sup>

Els canvis inflamatoris comporten uns desordres cardío-vasculars que inclouen la fibril·lació auricular. Aquest canvis s'associen a disfunció endotelial, activació de leucòcits i risc de formació de trombus i accident vascular cerebral. L'infiltrat de cèl·lules inflamatòries pot provocar dany oxidatiu, afectant directament la contractilitat del miòcit auricular i la conducció elèctrica.<sup>123</sup>

### ***CONDUCCIÓ ALENTIDA I FIBROSI COM A SUBSTRAT DE LA FIBRIL·LACIÓ AURICULAR***

Al cor que presenta una fibril·lació auricular persistent o insuficiència cardíaca o al cor d'una persona gran, augmenta la

### **Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

quantitat de fibrosi present a la musculatura auricular.<sup>124</sup> Aquesta fibrosi s'associa a unes ones P més àmplies a l'ECG i a una conducció elèctrica danyada a nivell auricular.<sup>125</sup> Així, davant d'un batec ectòpic inicial, no és difícil d'entendre que quan més fibròtica sigui l'aurícula, més fàcil serà que la fibril·lació auricular es mantingui un cop iniciada. En malalts que requereixen cirurgia cardíaca, l'extensió de la fibrosi a l'orelleta dreta s'ha relacionat tant amb l'edat del malalt com amb l'aparició de fibril·lació auricular després de la cirurgia.<sup>125</sup>

La fibrosi no és més que una resposta a llarg termini a un dany qualsevol. La proliferació de fibroblasts i l'acumulació de dipòsits de matriu intersticial estan condicionats per situacions que provoquen estrès oxidatiu, isquèmia i activació neuro-hormonal. En un model caní d'insuficiència cardíaca, la fibrosi augmentava l'heterogeneïtat de la conducció sense necessitat de canvis importants a nivell de l'electrofisiologia cel·lular del miòcit auricular. Encara més, després de desenvolupar fibrosi auricular, la persistència de la fibril·lació auricular no depenia del remodelat electrofisiològic cel·lular.<sup>126</sup>

El tractament previ d'animals experimentals amb un inhibidor de l'enzim convertidor de l'angiotensina va millorar, encara que no va prevenir, l'increment de la fibrosi auricular.<sup>127</sup> De la mateixa manera, l'espironolactona o d'altres inhibidors de l'aldosterona poden tenir un

efecte similar.<sup>128</sup> De totes maneres, no sabem si la fibrosi, un cop desenvolupada, pot ser clínicament revertida.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

# **HISTÒRIA DEL TRACTAMENT QUIRÚRGIC DE LA FIBRIL·LACIÓ AURICULAR**

## **HISTÒRIA DEL TRACTAMENT QUIRÚRGIC DE LA FIBRIL·LACIÓ AURICULAR**

La fibril·lació auricular provoca tres grans canvis en la fisiologia cardíaca. El primer és que el ritme cardíac esdevé irregular i, freqüentment, ràpid. El segon és la pèrdua de la sincronia auriculo-ventricular, la reducció del temps d'ompliment ventricular i la possibilitat de regurgitació de les vàlvules auriculo-ventriculars. I el tercer, la possibilitat de fenòmens de trombo-embòlia per la pèrdua de la contracció auricular i l'estasi sanguínia.

El tractament farmacològic intenta la reversió a ritme sinusal i, quan no és possible, mira de controlar la freqüència ventricular. Això no sempre millora els símptomes ni el risc de trombo-embolisme. Així va néixer el tractament quirúrgic d'aquesta arítmia en un intent de curar-la. Per això es van idear diferents tècniques que es revisaran a continuació. Són el procediment d'aïllament auricular esquerra, l'ablació del feix de Hiss, el procediment del passadís i el procediment de Maze o del laberint.<sup>34, 35</sup>



### **AÏLLAMENT AURICULAR ESQUERRE**

El que es pretenia amb aquesta tècnica era aïllar el cos de l'aurícula esquerra de la resta del cor. Originalment es va desenvolupar per malalts amb una taquicàrdia auricular automàtica i després es va orientar cap als malalts també amb fibril·lació auricular.

129

Malgrat que el ritme sinusal i l'hemodinàmica cardíaca podien tornar a ser normals, els malalts continuaven tenint un risc alt de trombo-embolisme perquè l'aurícula esquerra continuava fibril·lant.

### **ABLACIÓ DEL FEIX DE HISS**

Scheinman va introduir aquesta tècnica l'any 1982. Amb un catèter que s'introduïa per via venosa s'aplicava una energia de 500 J directament al feix de Hiss.<sup>130</sup>

En els primers malalts van aparèixer complicacions significatives, incloent una mort en els primers cinc casos tractats, motiu pel que l'energia aplicada es va reduir a 200 J. Els malalts necessitaven un marcapàs i tampoc s'evitava el fenomen de trombo-embolisme.

### **PROCEDIMENT DEL PASSADÍS**

Va ser introduït l'any 1985 per Guiraudon. Bàsicament, es tractava de crear un passadís de teixit septal auricular entre el node sinusal i el node auriculo-ventricular que quedava aïllat de la resta del teixit auricular.<sup>35</sup>

Malgrat es recuperava un ritme ventricular regular, les dues aurícules quedaven aïllades dels seus respectius ventricles, perdent-se així la sincronia auriculo-ventricular. Com que, a més a més, les aurícules continuaven fibril·lant, el risc de trombo-embolisme tampoc es resolía satisfactòriament.

### **EL PROCEDIMENT DE MAZE O DEL LABERINT**

Cap dels procediments descrits prèviament podien millorar els 3 punts fonamentals que la fibril·lació provoca. Així doncs, calia pensar en un nou procediment que pogués arribar a establir una ablació de l'arítmia, prevenir la seva recurrència i restablir un ritme sinusal o auricular mantenint la funció de transport auricular, evitant el fenomen d'estasi sanguínia a l'aurícula esquerra.

Així, l'equip del Dr. Cox a la *Washington University School of Medicine* va començar a treballar en el desenvolupament del nou procediment sense l'avantatge que suposa disposar del mapeig electrofisiològic computeritzat.<sup>35</sup> Corria l'any 1983.

Una primera hipòtesi era que les grans àrees de discontinuïtat al teixit auricular potenciaven el fenomen de reentrada. Aquestes àrees eren els orificis de les dues venes caves, els quatre orificis de les venes pulmonars i l'orelleta esquerra. Així, el primer procediment ideat va ser l'aïllament de les venes pulmonars de la resta de teixit auricular esquerra, però va fracassar, com també ho va fer la combinació d'aquest aïllament associat amb una incisió lateral fins el nivell de l'anell mitral. Ara bé, quan a aquests dos procediments s'afegia una nova incisió des del septe postero-superior fins la fossa oval, sí que s'aconseguia l'ablació de la fibril·lació auricular però no del flutter. Per arribar a aconseguir l'ablació del flutter calia estendre la incisió cap als dos orificis de les venes caves, travessant el cos de l'aurícula dreta fins a l'anell de la vàlvula tricúspide.

Un cop la tecnologia va permetre el mapeig intraoperatori computeritzat, el grup de Cox va pensar que el procediment quirúrgic podria ser guiat i abastar tot l'espectre de les arítmies auriculars. Però el que realment van trobar va ser que els mecanismes de la fibril·lació auricular en un malalt concret podien ser molt complexes i que era

### **Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

obligatori interrompre tots els possibles llocs de reentrada, fent que la propagació de l'estímul elèctric des del node sinusal només pogués anar en una direcció i cap al node auriculo-ventricular. S'evitava, així, que les ones elèctriques poguessin tornar enrere i establir circuits de reentrada ja que, necessàriament, s'extingien en arribar a les línies de sutura de la mateixa manera que ho feien en arribar als anells valvulars.

Resumint, es va documentar que en tots els malalts amb fibril·lació auricular s'hi troben tres components fonamentals: els circuits de reentrada, la conducció elèctrica passiva del teixit auricular i la conducció auriculo-ventricular.<sup>131</sup>

El primer procediment de Maze es va dur a terme el dia 25 de setembre de 1987 a l'Hospital Barnes a St. Louis (Missouri, Estats Units). Aquest Maze I presentava dos problemes importants, moltes vegades els malalts no podien generar una taquicardització suficient com a resposta a l'exercici i, per altra banda, hi havia una disfunció evident de l'aurícula esquerra. Això va fer que Cox modifiqués el procediment fins arribar a la versió coneguda com a Cox-Maze III, que presentava millor incidència de manteniment del ritme sinusal, preservava millor la funció del node sinusal i de transport auricular esquerra i necessitava menys implants de marcapassos.<sup>132, 133</sup>

Els resultats del Cox-Maze III són espectaculars, amb una taxa d'èxit superior al 90%.<sup>134, 135</sup> Un altre punt fort del procediment va ser la reducció significativa dels accidents vasculars cerebrals, probablement en relació a l'important taxa de manteniment del ritme sinusal i l'amputació de l'orelleta esquerra.<sup>64, 136</sup>

Malgrat els resultats, el procediment no va ser adoptat per la majoria de cirurgians degut a la seva complexitat i dificultat tècnica. Com a predictors de fracàs trobem la durada de l'arítmia, probablement en relació a una fibrosi més extensa i una aurícula esquerra també més dilatada, particularment en casos en els quals el diàmetre és superior a 6 cm.<sup>137-139</sup> També l'edat dels malalts ha sigut relacionada amb el fracàs del procediment. En canvi, el tipus de fibril·lació (paroxismal, persistent o permanent) no sembla afectar als resultats del procediment.<sup>140</sup>

A finals dels anys 1990, els primers casos de crio-Maze es van dur a terme i, l'any 1999, es va practicar el primer procediment de Maze complet però amb crio-ablació. Un any més tard, el Dr. Cox va modificar el procediment fins arribar al Cox-Maze IV en el que les venes pulmonars s'aïllaven bilateralment i es connectaven amb una línia, en lloc de tractar-les conjuntament en forma de *box-lesion*. El procediment va evolucionar prou com per dur-se a terme de forma mínimament invasiva, gràcies a una toracotomia anterior dreta.<sup>141</sup>

### ***TÈCNICA QUIRÚRGICA***

S'inicia la circulació extra-corpòria i es refreda la temperatura fins a 32°C. Excisió de l'orelleta dreta i extensió de la incisió perpendicularment fins la porció mitjana de l'aurícula dreta. Temperatura corporal fins a 28°C, pinçament aòrtic i administració de cardioplegia. Incisió al sostre de l'aurícula esquerra que s'estén fins l'atriotomia dreta i fins la base de l'orelleta esquerra. La porció septal de la incisió s'estén a la fossa oval i el tendó de Todaro.<sup>34</sup>

Seguidament es practica una atriotomia esquerra que s'estén inferiorment cap a la vena cava inferior i, a nivell postero-inferior, fins la paret auricular esquerra entre les venes pulmonars i la vàlvula mitral, encerclant les venes pulmonars. Sutura de la incisió circular amb prolene 3/0. Incisió des de l'anell inferior d'aïllament de les venes pulmonars fins l'anell mitral posterior. Crio-ablació del si coronari i de l'anell mitral. Tancament de la incisió vertical posterior des de l'anell mitral fins la incisió que aïlla les venes pulmonars. Tancament de la incisió per sota de les venes pulmonars inferiors. Tancament de l'atriotomia esquerra. Excisió de l'orelleta esquerra i sutura de la resta d'incisions auriculars esquerres. Tancament de la septotomia atrial. Maniobres de deaireació i despinçament aòrtic.

Ja amb el cor bategant i en la fase d'escalfament, es fa una nova incisió a l'aurícula dreta des de la base de l'orelleta dreta (ja sacrificada) fins a la vena cava superior. L'atriotomia posterior es fa arribar fins la vena cava inferior i, a nivell inferior, fins l'anell de la vàlvula tricúspide. Crio-ablació de l'anell tricuspídi. Tancament de les incisions auriculars dretes i, per evitar l'estretament de la vena cava superior, es sutura un pegat de pericardi per tancar l'atriotomia dreta anterior.

### ***REVISIÓ CRÍTICA DEL PROCEDIMENT AMB ELS CONEIXEMENTS ACTUALS***

Aquest procediment es va dissenyar com una única intervenció que pogués aturar qualsevol circuit de reentrada, considerats responsables de la fibril·lació auricular en el passat. Això s'aconseguia reconduint l'impuls elèctric cap a "camins sense sortida" i evitant la seva rotació en estructures circulars com els anells de les vàlvules mitral i tricúspide, les dues venes cavaes o les dues orelletes.<sup>142</sup>

Avui en dia sabem que, en realitat, existeixen diversos mecanismes que expliquen la fibril·lació.<sup>143, 144</sup>

### **Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

En alguns malalts és provocada per focus gallet,<sup>145</sup> en altres per un rotor<sup>32</sup> i en altres casos per més d'un rotor en el mateix malalt.<sup>145, 146</sup> Resultaria ideal definir el mecanisme de la fibril·lació auricular per cada malalt en concret, però això no és possible amb la tecnologia actual. És cert que els electrofisiòlegs poden mapejar l'activació d'alta freqüència a nivell de les venes pulmonars i dirigir la teràpia directament a aquestes zones. Però el mapeig epicàrdic resulta invasiu i necessita temps per fer-se. S'ha de fer, doncs, dins d'un quiròfan, normalment necessita una esternotomia mitjana com a incisió i l'anàlisi no es pot fer "en temps real".

Per evitar aquests problemes, el grup actual de la *Washington University School of Medicine* ha desenvolupat un mapeig de freqüències.<sup>147, 148</sup> Bàsicament, es tracta d'identificar quines regions s'activen de manera més ràpida durant la fibril·lació auricular i de tractar-les. Així aquest grup ha pogut demostrar que els malalts tenen una regió de freqüència dominant a nivell de l'aurícula esquerra el 30% del temps i només el 12% del temps a nivell de l'aurícula dreta.

Aquestes troballes han pogut ser confirmades pels treballs de Nitta, fets en malalts amb fibril·lació auricular permanent i amb malaltia valvular mitral.<sup>146</sup> Nitta ha pogut demostrar que en tots els seus malalts existien múltiples activacions repetitives provinents de l'aurícula esquerra posterior o de l'orelleta esquerra i que en un 29%



dels casos també provenien de l'aurícula dreta. Un altre estudi de Sahadevan demostra que les activacions provenen de l'aurícula esquerra el 56% del temps i de la dreta el 11% del temps.<sup>149</sup>

### ***EL PROCEDIMENT DE COX-MAZE IV***

El mateix grup de la *Washington University School of Medicine* va simplificar el procediment de Maze, reemplaçant les incisions quirúrgiques per línies d'ablació mantenint les lesions tradicionals del procediment de Maze a les dues aurícules.<sup>150</sup>

La font d'energia triada ha estat la radiofreqüència bipolar i el procediment final s'ha anomenat procediment de Cox-Maze IV, i es pot fer tant per esternotomia mitjana com per mini-toracotomia dreta. Tècnicament, s'inicia la circulació extra-corpòria i el malalt es manté en normotèrmia. Primer es tracten les dues venes pulmonars dretes amb una o dues línies d'ablació i després es tracten les dues venes pulmonars esquerres.

Tot seguit es fan les línies d'ablació dretes, paret lliure, vertical, dues venes caves i, amb crio-ablació, es tracta l'anell tricuspídi. Seguidament el malalt es refreda a 32°C, es pinça l'aorta i

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

s'administra cardioplegia, procedint-se a l'atriotomia esquerra. Es fan les línies d'ablació entre l'atriotomia i la vena pulmonar inferior i superior, l'istme auricular i, amb crio-ablació, es tracten l'anell mitral i el si coronari. Es tanca l'atriotomia esquerra i s'amputa l'orelleta esquerra.

**BASES ANATÒMIQUES DEL TRACTAMENT  
QUIRÚRGIC DE LA FIBRIL·LACIÓ AURICULAR**

## **BASES ANATÒMIQUES DEL TRACTAMENT QUIRÚRGIC DE LA FIBRIL·LACIÓ AURICULAR**

### **ANATOMIA DE LES VENES PULMONARS**

Les venes pulmonars entren a la part posterior de l'aurícula esquerra, sent les dues esquerres més superiors que les dretes. Normalment trobem 4 *ostia* separats i, una variació anatòmica freqüent, és la presència d'un tronc comú esquerra. Menys freqüentment podem trobar una o dues venes pulmonars dretes mitjanes o una vena pulmonar dreta més superior.<sup>151-153</sup>

La vena pulmonar superior esquerra es troba posterior a l'orelleta esquerra. El seu *ostium* és posterior al de la vena inferior però el seu tronc corre anterior al pla del si coronari. El lligament de Marshall separa les venes esquerres de la part posterior de l'*ostium* de l'orelleta esquerra.

La vena pulmonar superior dreta és posterior a l'aurícula dreta i la unió de la vena cava superior i l'aurícula dreta. Rarament drena amb un col·lector comú. La vena pulmonar dreta inferior és l'única que viatja amb la seva branca arterial.<sup>154</sup>

La transició entre l'endoteli auricular i el de les venes pulmonars és suau. De totes maneres, podem trobar àrees de càrdio-miòcits que s'estenen des de la unió veno-atrial fins la paret de les venes pulmonars, fins a 5,5 mm de les inferiors i 10 mm de les superiors.<sup>154,</sup>  
<sup>155</sup> Aquestes àrees són més gruixudes a la unió veno-atrial i, normalment, es componen de fibres orientades circularment, encara que també hi ha feixos de fibres longitudinals i obliqües, que van des del subendocardi al subepicardi. Aquest canvi de l'orientació de les fibres pot generar anisotropia i ser un substrat per micro-reentrada i propagar impulsos provinents d'una font focal.

Pérez-Lugones ha demostrat la presència de cèl·lules de tipus nodal a les venes pulmonars de 4 malalts amb història de fibril·lació auricular. Són cèl·lules pàl·lides amb troballes ultraestructurals semblants a les de node sinusal i sistema de conducció.<sup>156</sup>

Més recentment, cèl·lules intersticials de Cajal i cèl·lules positives per l'àcid periòdic de Schiff, que poden tenir una funció de marcapàs, també s'han trobat a les venes pulmonars humanes,

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

particularment en malalts amb fibril·lació auricular.<sup>157, 158</sup> Per contra, en malalts amb ritme sinusal aquestes cèl·lules estan separades per fibrosi i cèl·lules inflamatòries.<sup>159</sup>

**ANATOMIA DE L'AURICULA ESQUERRA**

L'aurícula esquerra es troba posterior i superior respecte l'aurícula dreta. La seva superfície posterior entre les venes pulmonars, forma la paret anterior del si oblic del pericardi. El pericardi fibrós separa aquesta superfície de l'esòfag. La paret anterior acomoda l'arrel aòrtica. A nivell postero-inferior es connecta amb el si coronari.<sup>160</sup>

L'aurícula esquerra es divideix en 4 components: el septe, l'orelleta, el vestíbul i el component venós. El component vestibular és l'àrea que envolta la vàlvula mitral. Posteriorment es superposa al solc auriculo-ventricular on el si coronari acaba a la gran vena cardíaca. El component venós rep les venes pulmonars i forma la major part de l'aurícula esquerra.

La mio-arquitectura de l'aurícula esquerra és complexa i diversos components són força constants: el feix de Bachmann, les

mio-fibres originades a la fosa oval, el feix septo-pulmonar i el feix septo-atrial.

El circuit de propagació de l'estímul elèctric sinusal cap a la paret anterior de l'aurícula esquerra és el feix de Bachmann o banda interauricular.<sup>161</sup> La paret posterior de l'aurícula acostuma a ser la que s'activa més tardanament perquè no presenta teixit de conducció especialitzat.

El feix septo-pulmonar és una formació de càrdio-miòcits orientats longitudinal i obliquament, sorgint del rafe septal antero-superior i passant profund al feix de Bachmann abans d'emergir en el sostre auricular.

El feix septo-atrial és més profund que el septo-pulmonar, surt del rafe anterior-septal, es combina amb fibres del vestíbul anterior i del feix septo-pulmonar i continua cap a la paret posterior, a la regió dels orificis de les venes pulmonars.

### **PLEXES GANGLIONARS RETRO-AURICULARS**

Els estudis electrofisiològics han mostrat que els ganglis autonòmics del greix epicàrdic juguen un paper important perquè s'iniciï i mantingui la fibril·lació auricular.<sup>162, 163</sup>

Aquests ganglis es componen de múltiples plexes separats que es distribueixen per la superfície posterior d'ambdues aurícules. Innerven el miocardi de les venes pulmonars i el teixit auricular muscular adjacent.

Els més importants són el superior dret, el superior esquerre, el postero-medial esquerre, l'interauricular i el postero-lateral esquerre.<sup>164</sup> Existeix evidència clínica que la seva ablació augmenta l'èxit de l'aïllament per catèter de les venes pulmonars en malalts amb fibril·lació auricular.<sup>159</sup> Això s'explica per l'eliminació de la resposta vagal a l'estimulació d'alta freqüència. El que es qüestiona és la eficàcia de l'ablació d'aquests ganglis a llarg termini.<sup>165</sup>

La grandària dels ganglis varia considerablement, i poden tenir fins a 200 neurones. Armour ha demostrat que hi ha més ganglis a les aurícules que als ventricles ( $458 \pm 43$  vs  $88 \pm 7$ ).<sup>113</sup>



### Bases anatòmiques del tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular

Encara que és ben conegut que les venes pulmonars juguen un paper crític per l'inici de la fibril·lació auricular, el que resta no aclarit és com es generen els seus focus ectòpics.<sup>78, 166</sup> Un possible mecanisme seria les descàrregues paroxismals dels sistema nerviós autònom. Estudis histològics demostren que les venes pulmonars i la unió entre les venes pulmonars i l'aurícula esquerra estan molt innervades, tant per nervis simpàtics com parasimpàtics.<sup>167, 168</sup> L'augment de l'activitat d'aquests nervis intrínsecs cardíacs s'associa a l'inici de fibril·lació auricular focal que neix a les venes pulmonars.<sup>112, 169</sup> I la seva abolicció suprimeix o elimina la fibril·lació auricular focal a les venes pulmonars.<sup>170</sup>

L'activació simpàtica del cor facilita l'aritmogènesi en augmentar els corrents de calç i l'alliberament espontani del calç des del retícul sarcoplàsmic.<sup>171, 172</sup> L'activitat vagal del cor redueix el període refractari efectiu auricular, tot i augmentar l'heterogeneïtat de la refractorietat auricular, el que promou les arítmies per reentrada.<sup>94, 173, 174</sup>

Aquesta activitat autonòmica normalment s'avalua de forma indirecta, mitjançant l'anàlisi de la variabilitat de la freqüència cardíaca.<sup>175-177</sup> Per determinar si descàrregues espontànies del sistema nerviós autònom poden desenvolupar fibril·lació auricular s'han dut a terme experiments fent servir estimulació auricular ràpida i mesures simultànies dels ganglis estelats i del nervi vagus esquerre.<sup>94, 178</sup>

### **Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

Després d'aturar l'estimulació auricular ràpida, el factor gallet més important per desenvolupar les arítmies auriculars va ser una descàrrega simultània simpàtica i vagal.<sup>178</sup> La crio-ablació bilateral dels ganglis estelats i de les branques cardíques superiors del nervi vagus esquerra eliminen tots els episodis de taquiarítmies i de fibril·lació auricular.

Alguns malalts amb fibril·lació auricular paroxismal progressen a una fibril·lació crònica. En estudis animals s'ha demostrat que l'estimulació auricular ràpida continuada pot perpetuar la fibril·lació auricular que s'indueix com paroxismal.<sup>94, 178, 179</sup>

### **LES VENES CAVES**

La vena cava superior té una longitud de 7 cm i un diàmetre de 20 a 22 mm. Comença a nivell del marge del primer cartílag costal. Continua verticalment per darrere del marge dret de l'estèrnum i, travessant el pericardi, entra a l'aurícula dreta pel seu marge superior.

La vena cava inferior comença enfront de la vertebra L5, una mica per sota del nivell de la bifurcació de l'aorta, com a confluència de les venes ilíiques. Segueix a la dreta de l'aorta, travessa el diafragma i drena a l'aurícula esquerra després d'una longitud de 22-

25 cm, amb un diàmetre aproximat de 30 a 32 mm a la seva porció intratoràcica. A diferència de l'*ostium* de la superior, el de la inferior presenta una vàlvula, coneguda com la vàlvula d'Eustaqui.

La fibril·lació auricular freqüentment comença per focus gallet que s'originen a la vena cava superior. De fet, el 37% dels focus gallet que no es troben a les venes pulmonars, s'originen a la vena cava superior, mentre que és menys freqüent que s'originin a la vena cava inferior.<sup>180-182</sup>

També es pot trobar miocardi auricular en ambdues venes caves,<sup>183</sup> sobre tot organitzat de manera circumferencial a l'adventícia de les venes, sense haver-se trobat cèl·lules de conducció especialitzades.<sup>183</sup>

Kholová i Kautzner van dur a terme un estudi histopatològic *post-mortem* mirant les característiques de les extensions de miocardi auricular dins les venes caves en 25 cors de malalts amb i sense fibril·lació auricular.<sup>183</sup> Aquests autors van trobar bandes musculars dins la vena cava superior en el 76% de malalts amb una extensió màxima de 47 mm i un gruix màxim de 4 mm i, també, en el 76% de malalts dins la vena cava inferior amb una extensió màxima de 61 mm i un gruix màxim de 4 mm. En general, el patró més freqüent va ser una transició contínua entre el miocardi auricular i el múscul cardíac

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

venós. Les extensions musculars es trobaven en el costat més extern de l'adventícia venosa en tots el casos i les fibres s'organitzaven encerclant l'eix llarg de la vena, sense apreciar-se cèl·lules de conducció especialitzada. En ocasions les fibres musculars arribaven a l'*ostium* o la porció més distal de la vena azygos.<sup>152</sup>

Després de les venes pulmonars, la segona causa més important de fibril·lació auricular és la vena cava superior.<sup>182, 184, 185</sup>

**LLIGAMENT DE MARSHALL**

És el romanent de la vena cava superior esquerra i es troba a l'epicardi, entre l'orelleta esquerra i les venes pulmonars esquerres. Normalment es transforma en una corda fibrosa i pot ser font de fibril·lació paroxismal.<sup>186</sup>

Conté feixos musculars que connecten directament al miocardi auricular i al si coronari i que poden ser focus gallet i substrat per reentrada. En malalts amb síndromes de pre-excitació, poden formar part de les vies accessòries. Està cobert per greix que conté abundants feixos de nervis autonòmics.<sup>187</sup>

El lligament de Marshall actua com a font de fibril·lació auricular paroxismal tant en humans com en models experimentals canins.<sup>188</sup> Després de la infusió d'isoproterenol, el lligament de Marshall pot desenvolupar un ritme automàtic que es pot mapejar des de l'endocardi o des de l'epicardi.<sup>186, 189, 190</sup>

### **L'ORELLETA ESQUERRA**

És una estructura llarga i estreta, com un dit. El seu aspecte endocàrdic presenta feixos musculars que recorden el múscul pectinis de l'aurícula dreta.

La formació de trombus al seu interior és responsable del risc d'accident vascular cerebral en els malalts amb fibril·lació auricular.<sup>191</sup> A més a més, l'orelleta esquerra és font de taquicàrdies auriculars després de l'ablació de la fibril·lació auricular crònica.<sup>192</sup> I també pot ser font de focus ectòpics després de l'aïllament de les venes pulmonars, provinents de l'apèndix o de l'àrea entre l'orelleta i el cos de l'aurícula esquerra.<sup>193, 194</sup>

Els malalts amb fibril·lació auricular tenen una orelleta esquerra tres vegades més gran que els malalts amb ritme sinusal.<sup>195</sup> I el seu interior presenta més fibroelastosi i és de superfície més llisa. Es

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

recomana la seva exèresi com a part del procediment quirúrgic d'ablació de la fibril·lació auricular.

## **FONTS D'ENERGIA**

### **FONTS D'ENERGIA**

La font d'energia juga un paper fonamental en el procés d'ablació quirúrgica. Bàsicament tenim dos grans tipus, la font acústica i les fonts que generen un gradient tèrmic.

Les fonts per gradient es basen en una propietat física dels materials, la conducció tèrmica, que és la transferència d'energia des de zones més energètiques (calentes o fredes) o zones veïnes menys energètiques. Dins d'aquest grup trobem la radiofreqüència, les microones, el làser i la crio-ablació.

La font acústica fa servir ultrasons de molt alta intensitat que s'administren de manera dirigida i focalitzada, podent travessar sang i greix.



## **RADIOFREQUÈNCIA**

Fa servir un corrent altern no modulad per emetre energia electromagnètica a nivell de la banda de radio (350-1000 kHz). Avui és la font d'energia dominant en el camp de l'ablació de la fibril·lació auricular, també pels cardiòlegs que es dediquen a l'Electrofisiologia. Bàsicament, la radiofreqüència aconseguix l'ablació administrant un corrent elèctric altern. El miocardi és un teixit que presenta resistència a aquest corrent. Això crea una calor que, de manera passiva, va endinsant-se cap a capes de teixit més profundes. En qüestió de segons els teixits poden arribar a assolir una temperatura de fins 50°C o encara superior, el que crea una necrosi per coagulació que és irreversible, amb una cicatriu final que no permet la conducció del estímuls elèctrics. Normalment, amb menys d'un minut ja s'han creat les lesions, i amb 90-120 segons aquestes lesions són ja profundes i ben definides.<sup>196</sup>

La grandària de les lesions depèn de l'àrea de contacte entre el teixit i l'elèctrode, la temperatura, el voltatge i la durada de l'emissió.<sup>197</sup> Fins a 2-3 mm de teixit s'escalfa a 50-60°C el que provoca una coagulació i destrucció permanent del col·lagen i les estructures cel·lulars. A l'afectar-se el reticle sarcoplàsmic, la cèl·lula ja no pot segrestar calç del citosol, el que afecta irreversiblement la funció electrofisiològica.<sup>198</sup> Més tard, el teixit és reemplaçat per

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

fibrina i una cicatriu de col·lagen. Setmanes més tard, encara perdura una cicatriu de 8-10 mm.<sup>199</sup>

El punt més important, doncs, perquè la radiofreqüència pugui ser exitosa, és la creació de lesions realment transmural. Això també pot provocar problemes a estructures anatòmiques properes, com ara els nervis frènics, les venes pulmonars i l'esòfag.

Fins avui tenim quatre tipus de modalitat de radiofreqüència per a ús clínic: la unipolar seca, la unipolar irrigada, la bipolar seca i la bipolar irrigada. Les dues unipolars administren el corrent altern des de la petita superfície d'un pol, que escalfa el teixit i que es transmet a través del teixit. La unipolar és lenta, necessitant-se, com a mínim, 60 segons de tractament. En teixit humà, la seva aplicació a 80°C durant 1 minut provoca lesions que arriben als 3-6 mm de profunditat.<sup>200</sup>

La modalitat unipolar irrigada fa servir un elèctrode que es va refredant mitjançant sèrum salí. Aquesta temperatura més baixa fa que la impedància sigui també més baixa i que l'energia pugui penetrar més profundament en el teixit. És, doncs, més ràpida, més profunda, més eficient i amb millor transmuralitat.

La modalitat unipolar no pot garantir la transmuralitat, sigui aplicada endocàrdica o epicàrdica, quan el gruix del teixit supera el 4

mm.<sup>201</sup> La modalitat bipolar millora la velocitat i precisió de les ablacions al transmetre l'energia al teixit auricular que contacta amb els dos pols. En 10 segons es pot aconseguir una lesió controlada. Quan l'aurícula esquerra té una grandària entre 7 i 7,5 cm no es pot fer servir per encerclar les venes pulmonars.

En línies generals, l'ablació per radiofreqüència permet dur a terme un procediment de Maze modificat en 10-20 minuts.<sup>202</sup>

Les complicacions potencials inclouen els trombus intracavitaris, estretament de les venes pulmonars, dany de l'artèria circumflexa i fístula atrio-esofàgica,<sup>203</sup> que és la complicació més temuda. Doll reporta una incidència del 1%.<sup>204</sup> Es recomana treure de l'esòfag la sonda d'ecocardiografia mentre es fa l'ablació. La radiofreqüència bipolar pràcticament ha eliminat la majoria dels danys als teixits col·laterals.

## **CRIO-ABLACIÓ**

El fred és una font d'energia que ha estat emprada pels cirurgians cardíacs des de fa dècades i, justament, pel tractament de diverses arítmies. La crio-ablació ja formava part del procediment de Maze-III per tractar els anells mitral i tricuspídi, així com el si coronari.

Els catèters de crio-ablació funcionen refredant el teixit a l'administrar òxid nítrós líquid a pressió que, finalment, es transforma en un gas que és el veritable responsable del refredament. Els teixits poden arribar a assolir una temperatura compresa entre  $-55^{\circ}\text{C}$  i  $-60^{\circ}\text{C}$ . Avui en dia també es fa servir l'argó o l'heli, que tenen un efecte més ràpid que l'òxid nítrós. Normalment, es necessiten 2 minuts per refredar el teixit cardíac.

Els efectes biològics apareixen en tres fases.<sup>205</sup> Durant la primera fase es formen cristalls de gel tant a nivell intracel·lular com extracel·lular. Aquests cristalls distorsionen les membranes cel·lulars, les mitocòndries i els orgànuls citoplasmàtics, donant lloc a lesions irreversibles.<sup>206</sup>

La segona fase és una fase d'inflamació que dura fins les primeres 48 hores post-procediment. Hi ha hemorràgia, edema i

apoptosi.<sup>207</sup> La fase tres és una fase de fibrosi, amb infiltrat de cèl·lules inflamatòries, creixement de capil·lars i dipòsits de fibrina. Pot arribar a durar fins una setmana després del procediment. Com que el col·lagen està preservat, ni la normal arquitectura tissular ni la integritat de les estructures veïnes no s'afecta.<sup>197</sup> Des d'un punt de vista electrofisiològic, les crio-lesions mostren uns potencials molt baixos envoltats per teixit amb una activitat elèctrica normal.<sup>208</sup>

La grandària i profunditat de les lesions està determinada per diversos factors, com la temperatura i la grandària del catèter, la temperatura del teixit cardíac i la durada i el nombre d'ablacions.<sup>209</sup>

El resultat final és una superfície llisa amb una lesió molt ben demarcada. El risc de perforació, sagnat o danys col·laterals és baix. Respecte al procediment de Maze estalvia entre 10 i 20 minuts per aurícula tractada.<sup>210</sup>

## **LÀSER**

El làser genera ones òptiques d'alta energia amb una potència que varia entre 30 i 80 W, d'una durada entre 60-180 segons i una

### **Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

energia que varia entre 1,5 i 9 kilojouls. El més comunament emprat és l'anomenat Nd:YAG (neodimi: itri-alumini-granat).

Els efectes sobre el teixit depenen de la longitud d'ona. L'absorció espectroscòpica de les freqüències electromagnètiques es converteix en energia cinètica vibratòria de les molècules d'aigua, que es manifesta amb calor. El teixit, doncs, s'ablaciona per acció directa de la calor i també per l'acció directa de les ones de xoc que provoquen la lisi cel·lular. Es creen, així, línies d'ablació estretes i ben demarcades.

La longitud d'aquestes lesions varia entre els 2 i els 5 cm. En estudis efectuats en gossos, s'han demostrat lesions transmursals completes amb aplicacions de 36 segons, a 5 W/cm i longitud de lesió limitada a 5 cm. Comparat amb les microones, el làser provoca lesions més profundes. A nivell histològic es pot verificar una pèrdua de les estriacions cel·lulars i hemorràgia a prop de les vores de les lesions.<sup>211</sup>

Les lesions generades són transmursals, però no arriben a ser tan profundes com les generades pels ultrasons d'alta intensitat. El problema principal és el risc de perforació. Avui en dia s'han de fer servir només a l'endocardi i, per tant, sota circulació extra-corpòria.

## **MICROONES**

Les microones són ones electromagnètiques en un rang que va des de 300 MHz fins a 300 GHz. Pel seu ús en Medicina estan aprovades les freqüències entre 915 i 2450 MHz. El camp electromagnètic de les microones fa que les molècules d'aigua oscil·lin harmònicament. Aquest moviment es converteix en energia cinètica vibràtil i calor.

La durada de l'aplicació és variable, normalment entre 60 i 120 segons. Histològicament es troba un miocardi necròtic al centre amb edema perifèric i hemorràgia intramural, tot això envoltat de teixit normal.<sup>212</sup>

Una energia de 40 W aplicada durant 20 segons produeix una lesió de 3-4 mm de profunditat. Es poden fer servir a nivell epicàrdic amb el cor bategant per crear una lesió que encercli les venes pulmonars. És el mateix cirurgià el que ha de determinar la potència i la durada del procediment d'ablació i l'energia emesa és molt desigual, de manera que l'ablació també pot ser desigual. És molt operador-dependent.

## **ULTRASONS D'ALTA INTENSITAT**

En el camp de la Medicina es van introduir a la dècada dels anys 40 per a la recerca en Neurocirurgia i, posteriorment, van ser extensament desenvolupats pels germans Fry a la Universitat d'Illinois durant la dècada dels anys 50. Bàsicament es van utilitzar com a nova tècnica d'imatge, que va ser el seu principal ús comercial.

No ha estat fins als últims deu anys que s'han tornat a utilitzar clínicament. Avui en dia es fan servir en camps tan diversos com l'Oftalmologia, Urologia i Oncologia pel tractament de tumors, sagnat i la cura de ferides.

L'energia que fan servir és acústica i s'administra de manera focalitzada arribant fins a 10 mil·límetres de la superfície del transductor. Més enllà d'aquest punt l'energia es dissipa dins la cavitat auricular esquerra sense provocar danys a les estructures veïnes. Aquesta energia s'administra des de l'endocardi cap a l'epicardi i es distingeixen tres fases durant el procés d'ablació: profunda, intermèdia i superficial.

El dany tissular es crea per combinació d'energia tèrmica (per l'absorció tissular de l'energia acústica) i d'energia mecànica (oscil·lació de bombolles de gas o micro-cavitació).<sup>213</sup>



A nivell histològic es pot apreciar una gran alteració de l'arquitectura cel·lular normal, amb fragmentació de les mitocòndries i de les bandes Z dels miòcits. També és evident la vacuolització dels miòcits i de l'espai intersticial degut a la gran quantitat de calor generada, que fa vaporitzar l'aigua intracel·lular.<sup>214</sup>

La durada de l'ablació i la potència i la freqüència de l'energia venen determinades per un ordinador que controla automàticament tot el procediment. El gran avantatge és que aquest procediment es pot fer servir amb el cor bategant i, per tant, sense necessitar de circulació extra-corpòria. Com poden travessar el greix no cal dissecar-lo fent el procediment més fàcil des del punt de vista quirúrgic. Un altre avantatge és que minimitza els danys col·laterals a estructures anatòmiques veïnes, com artèries coronàries. I per últim dir que produeixen lesions lineals i uniformes que penetren la totalitat del teixit auricular.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

**ESTAT ACTUAL DE LA CIRURGIA DE LA  
FIBRIL·LACIÓ AURICULAR I DE L'ABLACIÓ  
PERCUTÀNIA A ESPANYA**

### **CIRURGIA DE LA FIBRIL·LACIÓ AURICULAR A ESPANYA**

Disposem de dades de la *Sociedad Española de Cirugía Torácica y Cardiovascular*. L'any 2013 publica el *Registro Español de Ablación Quirúrgica de Arritmias. V Informe Oficial del Grupo de Trabajo en Cirugía de las Arritmias y Estimulación Cardíaca de la Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular (año 2011)*.

Pel que fa a la fibril·lació auricular, es van dur a terme un total de 198 procediments d'ablació, el que representa el 95,8% de tota la activitat quirúrgica en arítmies cardíques, essent la fibril·lació auricular l'única arítmia que va ser tractada per tots el equips quirúrgics.

La modalitat de fibril·lació auricular tractada va ser en un 40,1% paroxismal, en un 9,3% persistent i en un 50,5% permanent. La gran majoria de malalts presentaven una fibril·lació auricular associada a una cardiopatia estructural (96,8%), essent la fibril·lació auricular aïllada la indicació de cirurgia en un 31,3% de malalts.

El tipus de cardiopatia estructural va ser valvular mitral en un 38,1%, valvular aòrtica 23,2%, valvular mitro-aòrtica 13,7%, valvular-coronària 8,9%, valvular mitro-tricuspidia en un 7,9%, coronària exclusiva 4,2%, valvular tricuspídia 1% i associada a patologia congènita de l'adult 0,5%.

La grandària auricular mitjana (mesurada per ecocardiografia) va ser de  $50,5 \pm 8,16$  mm, 45 mm pels malalts sense cardiopatia estructural i de  $51,4 \pm 9$  mm pels malalts amb cardiopatia estructural ( $p < 0,01$ ). A només un malalt se li havia fet un estudi electrofisiològic prèviament a la cirurgia (3,1%) i a 2 se'ls havia fet una ablació amb catèter (1%).

La via d'abordatge va ser esternotomia mitjana en el 97,9% dels casos de fibril·lació auricular associada a cardiopatia estructural, i només en dos casos va ser per mini-toracotomia.

Tots els casos de cirurgia exclusiva de la fibril·lació auricular van ser realitzats per mini-toracotomia lateral (50%) o per toracoscòpia (50%). Les intervencions es van realitzar sense circulació extracorpòria en el 8,4% de casos, essent aquest percentatge del 100% en els casos de cirurgia exclusiva d'arítmies ( $p < 0,001$ ),

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

Respecte a les fonts d'energia utilitzades, en un 34,8% va ser la radiofreqüència bipolar (irrigada 10,3% o no irrigada 24,4%), crioablació en un 46,7%, ultrasons en un 13% i en un 4,8% radiofreqüència unipolar. En un malalt es va fer servir la tècnica tradicional de Maze (0,54%).

Les diferents fonts d'energia van ser aplicades per via epicàrdica en un 40%, via endocàrdica en un 23,4% i combinada en un 36,3%. Es va realitzar reducció de la grandària auricular esquerra en un 7,3% dels malalts i exclusió de la orelleta esquerra en un 51%.

El patró de lesions auriculars més aplicat va ser l'ablació selectiva de les venes pulmonars en un 23,4%, un procediment de Maze esquerre i Maze IV en un 19,6%, Maze III en un 15,2%, *box-lesion* en un 13,6% i mini-Maze en un 8,2%.

En els casos de fibril·lació auricular paroxismal es van realitzar més exclusions de l'orelleta esquerra (62%) en front dels casos amb fibril·lació auricular permanent o persistent (34%)( $p=0,04$ ).

En el moment de l'alta presentaven ritme sinusal un 71,9% dels malalts, amb fibril·lació auricular paroxismal un 65,8% i un 76,1% de malalts amb fibril·lació auricular permanent ( $p=0,061$ ). En el grup global, l'efectivitat inicial de la fibril·lació auricular va ser del 79,6% a la sortida de quiròfan i del 71,9% a l'alta hospitalària. Cap patró no va mostrar un clar avantatge pel que fa al resultat a l'alta.

Van necessitar un marcapàs definitiu 8 malalts (4,16%). Les complicacions van ser: reintervenció per sagnat o taponament en el 2,7% dels malalts, accident vascular cerebral en un 1%, parèsia frènica en un malalt (0,5%). La mortalitat peroperatòria va ser nul·la i la mortalitat hospitalària global va ser del 3,2% (per Euroscore s'esperava del 5,5%). La mortalitat va ser nul·la en el procediments quirúrgics exclusius per a tractament d'arítmia.

Pel que fa referència als ultrasons, van ser l'energia emprada en 24 malalts (12,5%) i exclusivament pel tractament de fibril·lació auricular. La cirurgia associada més freqüent va ser la valvular mitral (37,5%). En tots els casos l'accés va ser per esternotomia mitjana. El tipus de lesió realitzada va ser *box-lesion* en el 87,5% dels casos i la via d'aplicació va ser l'epicàrdica en el 100% de casos. La taxa d'èxit a l'alta hospitalària va ser del 75% i només un malalt va necessitar la implantació d'un marcapàs definitiu. Un malalt va necessitar una reintervenció per sagnat. La mortalitat hospitalària va ser d'un malalt.

**ABLACIÓ PERCUTÀNIA DE LA FIBRIL·LACIÓ AURICULAR A ESPANYA**

Disposem de dades de la *Sociedad Española de Cardiología*. L'any 2014 publica el *Registro Español de Ablación con Catéter. XIII Informe Oficial de la Sección de Electrofisiología y Arritmias de la Sociedad Española de Cardiología (2013)*.<sup>215, 216</sup>

Es van realitzar 2.201 procediments d'ablació entre 52 centres participants (65%; 1-126 procediments per centre). Això suposa un increment del 18,8% respecte al registre previ, amb una mitjana de 42,3 procediments per centre.

El 56,5% de procediments (1.242) corresponen a fibril·lació auricular paroxismal i el 43,2% (952) a fibril·lació auricular persistent. També es va fer una ablació de fibril·lació auricular permanent en 7 malalts.

Es coneix l'abordatge tècnic utilitzat en 2.186 procediments (99,3%): aïllament ostial amb desconnexió elèctrica en el 19,3% dels casos, aïllament circumferencial amb desconnexió en el 76,5% i aïllament circumferencial amb reducció de potencials en el 1,3% restant. En 7 procediments es va realitzar abordatge de l'aurícula dreta.



Quasi tots els grups utilitzen un catèter d'ablació amb punta irrigada (74,5%). S'observa que s'ha estabilitzat el nombre de procediments de crio-ablació 458 (20,8%), en clar augment durant els darrers anys.

Es van registrar 107 complicacions (4,8%): vessament pericardíac/taponament (47), accés vascular (24), accident cerebral vascular (8), paràlisi frènica (7) i estenosi de la vena pulmonar (5). Es va produir una mort (0,4<sup>0</sup>/<sub>00</sub>) per una fístula auriculo-esofàgica complicada amb una endocarditis. S'han comunicat 7 pericarditis, una gastroparèsia, un shock anafilàctic en relació amb l'anestèsia i 6 infarts de miocardi.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

**HIPÒTESI**

### **HIPÒTESI**

L'ablació epicàrdica exclusiva de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat en malalts amb fibril·lació auricular no primària resulta més efectiva en el casos de fibril·lació auricular paroxismal.

En el casos de fibril·lació auricular persistent/permanent el resultats són diferents segons la patologia de base dels malalts, essent més efectiva en patologia valvular aòrtica i isquèmica i menys en patologia valvular mitral.

Aquest tipus d'ablació quirúrgica és segura.

## **OBJECTIUS**

### **OBJECTIUS**

El present treball estudia els resultats obtinguts en una cohort prospectiva de malalts amb fibril·lació auricular no primària intervinguts al Servei de Cirurgia Cardíaca de l'Hospital Universitari Germans Trias i Pujol. Tots van ser tractats amb ablació epicàrdica exclusiva de les venes pulmonars. Els objectius que es volen assolir són, bàsicament, quatre:

Primer, avaluar l'efectivitat de l'ablació epicàrdica exclusiva de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat en malalts amb fibril·lació auricular no primària del nostre entorn.

Segon, establir, si n'hi ha, les diferències dels resultats obtinguts entre el malalts amb fibril·lació auricular paroxismal i els malalts amb fibril·lació auricular persistent/permanent.

## **Objectius**

---

Tercer, establir, cas que n'hi hagi, les diferències dels resultats obtinguts segons la patologia cardíaca de base que presenten els malalts.

I quart, avaluar la seguretat de la tècnica en quant a complicacions relacionades i mortalitat.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular**

---



## **MATERIAL I MÈTODES**

## **MATERIAL I MÈTODES**

### **DISSENY**

Es tracta d'un estudi observacional prospectiu d'una cohort de malalts amb fibril·lació auricular no primària intervinguts amb motiu de la seva malaltia cardíaca de base, en els que s'ha aprofitat per fer una ablació epicàrdica de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat fent servir el sistema Epicor.

## **MALALTS**

L'Hospital Universitari Germans Trias i Pujol és un centre terciari que va iniciar el seu programa de Cirurgia Cardíaca l'any 2000. L'any 2006, dins d'aquest programa, es va començar a tractar malalts que tenien una fibril·lació auricular concomitant a la seva patologia cardíaca de base.

Fins al mes de març de l'any 2013 s'han tractat 71 malalts amb fibril·lació auricular. S'han utilitzat diferents tècniques i, concretament, a 59 malalts se'ls ha tractat amb ultrasons d'alta intensitat emprant el sistema Epicor.

Aquests malalts no s'han tractat exclusivament per la seva arítmia, sinó que tots tenien indicació quirúrgica diferent a la fibril·lació auricular. El que s'ha fet és completar el tractament quirúrgic de la seva malaltia de base amb l'ablació quirúrgica de la fibril·lació auricular.

Com a criteris d'inclusió, doncs, els malalts havien de tenir indicació quirúrgica de la seva malaltia cardíaca de base, antecedents de fibril·lació auricular no primària de qualsevol tipus i el cirurgià tractant havia d'estar d'acord amb dur a terme el procediment d'ablació.

Els criteris d'exclusió van ser les re-intervencions cardíques i la negativa del cirurgià tractant a dur a terme el procediment d'ablació.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

Tots els malalts van rebre informació verbal i escrita sobre la intervenció quirúrgica a la que havien de ser sotmesos, així com del procediment d'ablació complementari. De la mateixa manera tots van signar un consentiment informat.

El present estudi va ser aprovat pel Comitè d'Ètica de la Investigació de l'Hospital Universitari Germans Trias i Pujol, codi Ultrasons01/2014, referència CEI PI-14-032.

## **DESCRIPCIÓ DEL SISTEMA EPICOR**

Es tracta d'un sistema amb la marca CE i també aprovat per la FDA (*Food and Drug Administration*) dels Estats Units que administra ultrasons d'alta intensitat (HIFU) com a font d'energia per dur a terme l'ablació del teixit cardíac.

La companyia St-Jude Medical en té l'exclusivitat, però ja ha decidit aturar-ne la producció per focalitzar-se en el nou mercat de les vàlvules aòrtiques transcathèter.

El sistema consta de dues parts fonamentals. La primera és el Sistema de Control d'Ablació (ACS) i la segona és l'UltraCinch, que és l'accessori format per múltiples transductors d'ultrasons. L'ACS proporciona l'energia acústica als transductors de l'UltraCinch mitjançant un microprocessador. Llavors, els transductors de l'UltraCinch produeixen una lesió circumferencial i transmural al voltant de les venes pulmonars.

Els transductors es posicionen a l'epicardi directament i durant el procediment es van irrigant amb sèrum salí a temperatura ambient. Els transductors administren l'energia que arriba fins a 10 mm des de

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

la superfície del cor. Més enllà l'energia es dissipa dins la cavitat auricular esquerra impedit així el dany d'estructures veïnes.

L'ACS fa servir un algorisme per generar l'energia de manera que els transductors s'activen en tres moments diferents durant l'ablació depenent de la freqüència, intensitat i temps de l'ablació, des de 3,8 a 6,4 MHz i des de 15 a 130 W.

El primer moment és el d'ablació profunda durant el qual l'energia es diposita al subendocardi. Durant el segon moment l'energia es diposita a la porció mitjana del miocardi. El tercer moment és el més superficial, quan l'energia es diposita a l'epicardi.

Durant les dues primeres etapes cada transductor s'activa de manera seqüencial i amb energia polsada. Durant la tercera etapa els transductors s'activen de tres en tres i amb energia no polsada. Tot el procediment té una durada aproximada d'uns 10 minuts.

### ***SISTEMA DE CONTROL D'ABLACIÓ (ACS)***

És una unitat de control que funciona amb un ordinador que controla la potència de l'energia emesa així com totes les funcions de l'UltraCinch, podent arribar a administrar fins a 130 W de potència acústica. A més a més, l'ACS monitoritza els transductors d'impedància, la temperatura i la pressió del fluid d'irrigació de solució salina.

El panell de control de l'ACS consta d'una pantalla que mostra l'estat del sistema i dona les informacions i instruccions d'ús. Després de la instal·lació, l'ACS demana que es connecti l'UltraCinch i el cable de connexió. A continuació, comprova la integritat de totes les connexions i avalua la funcionalitat del dispositiu. El sistema ofereix un algorisme d'ablació estàndard i un subconjunt que permet seleccionar els transductors específics que s'utilitzaran per a l'ablació. Cada transductor es controla individualment utilitzant freqüències i potències diferents segons el moment en el que es trobi el procés d'ablació.

Les característiques tècniques són les següents:

Potència de funcionament: 1000 W

Temperatura de funcionament: 10-40°C

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

Humitat de funcionament: 30-75% d'humitat relativa (sense condensació)

Pressió de treball: 700-1600 hPa

Alçada: 109,2 cm

Amplada: 55,9 cm

Profunditat: 83,8 cm

Pes: 145 kg

***ULTRACINCH***

És un dispositiu d'ablació d'un sol ús que s'utilitza per lliurar els ultrasons dirigits al teixit diana. Consta d'una sèrie de transductors situats dins d'una matriu de cèl·lules que han d'estar en contacte amb el teixit cardíac durant l'aplicació de la teràpia. Un extrem del dispositiu es connecta al cable reutilitzable, el qual s'uneix al sistema de control d'ablació (ACS).

L'altre extrem, la matriu de transductors, es col·loca en el teixit diana creant una lesió d'ablació contínua i llarga. El dispositiu és disponible en set mides que van de 8 a 14 cèl·lules.



Existeix un altre dispositiu d'ablació, l'UltraWand, que permet crear una lesió més discreta i en un lloc específic. Consta, només, de dues matrius de transductors.

A la Taula 1 s'especifiquen les característiques d'aplicació d'energia durant els tres moments de l'ablació.

	<b>Profunda Endocardi</b>	<b>Intermitja Miocardi</b>	<b>Superficial Epicardi</b>
<b>Modalitat</b>	Polsada	Polsada	Contínua
<b>Freqüència</b>	Baixa (~3,8 MHz)	Alta (~6,4 MHz)	Alta (~6,4 MHz)
<b>Potència de pulsació</b>	130 W (acústica)	60 W (acústica)	15 W (acústica)
<b>Durada</b>	1200 ms	200 ms	40 segons
<b>Mitjana de potència</b>	3 W	3 W	15 W
<b>Energia total</b>	5 polsos per transductor	4 polsos per trasnductor	

**Taula 1 Modalitat, freqüència i potència energètica durant els tres moments de l'ablació**

### **TÈCNICA QUIRÚRGICA**

El procediment d'ablació és du a terme amb el cor bategant. Mentrestant, el cirurgià prepara el malalt per entrar en circulació extra-corpòria. Així no s'afegeix temps extra ni de *bypass* cardío-pulmonar ni de pinçament aòrtic.

Després d'obrir el pericardi es dissequen les seves reflexions al voltant de les dues venes caves per accedir al si transvers i al si oblic. Immediatament, es passa un introductor especial, que serveix també com a mesurador de grandària, darrere la vena cava superior directament al si transvers. Es dirigeix al si oblic i després per sota de la vena cava inferior, de manera que les quatre venes pulmonars queden encerclades.

El que mesurem així és la grandària de l'aurícula esquerra. Només ens restarà fer servir l'UltraCinch de la grandària mesurada.

## **RECOLLIDA DE DADES I VARIABLES**

Per a cada malalt inclòs a l'estudi s'han recollit dades preoperatòries, intraoperatòries i postoperatòries. Totes les variables es van recollir de manera prospectiva.

Les variables recollides són les següents:

### **I. PREOPERATÒRIES**

- 1.- Data de naixement
- 2.- Gènere
- 3.- Edat
- 4.- Tipus de fibril·lació auricular
  - i) Paroxismal
  - ii) Persistent
  - iii) Permanent
- 5.- Durada de la fibril·lació auricular en mesos
- 6.- Medicació preoperatòria
  - i) Digoxina
  - ii)  $\beta$ -bloquejants
  - iii) Cardioversió
  - iv) Amiodarona
  - v) Anticoagulants

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

- vi) Antiagregants
- vii) Antagonistes del calç
- 7.- Ablació percutània prèvia
- 8.- Grandària de l'aurícula esquerra en mil·límetres
- 9.- Antecedents de trombo-embolisme previ
- 10.- Malaltia cardíaca de base
  - i) Mitral
  - ii) Aòrtica
  - iii) Coronària
  - iv) Congènita

**II. INTRAOPERATÒRIES**

- 1.- Euroscore
- 2.- Euroscore logístic
- 3.- Data de la cirurgia
- 4.- Temps de pinçament aòrtic en minuts
- 5.- Temps de circulació extra-corpòria en minuts
- 6.- Durada de la cirurgia en minuts
- 7.- Grandària del transductor d'ablació
- 8.- Durada de l'ablació en minuts
- 9.- Tipus d'intervenció cardíaca realitzada
- 10.- Ritme cardíac a la fi de la intervenció quirúrgica
  - i) Sinusal
  - ii) Atrial

iii) Nodal

iv) FA

v) Flutter

vi) Asistòlia

vii) Pacing

11.- Freqüència cardíaca a la fi de la intervenció quirúrgica

12.- Medicació a la fi de la intervenció quirúrgica

i) Digoxina

ii)  $\beta$ -bloquejants

iii) Cardioversió

iv) Amiodarona

v) Anticoagulants

vi) Antiagregants

vii) Antagonistes del calci

### III. POSTOPERATÒRIES

1.- Data d'alta hospitalària

2.- Ritme cardíac a l'alta, al primer mes, als 6 mesos, a l'any, als dos anys i als tres anys

i) Sinusal

ii) Atrial

iii) Nodal

iv) FA

v) Flutter

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

vi) Asistòlia

vii) Pacing

La variable principal és el ritme cardíac al tercer any, que pot ser sinusal o no sinusal. El no sinusal inclou els malalts amb fibril·lació auricular, però també altres ritmes diferents com són el flutter auricular o el ritme de marcapassos. Sempre el ritme cardíac ha estat valorat d'acord amb un ECG de superfície

3.- Freqüència cardíaca a l'alta, al primer mes, als 6 mesos, a l'any, als dos anys i als tres anys

4.- Medicació a l'alta, al primer mes, als 6 mesos, a l'any, als dos anys i als tres anys

i) Digoxina

ii)  $\beta$ -bloquejants

iii) Cardioversió

iv) Amiodarona

v) Anticoagulants

vi) Antiagregants

vii) Antagonistes del calci

5.- *Status* del malalt a l'alta

i) Viu

ii) Mort cardíaca

iii) Mort no cardíaca

iv) Mort no relacionada

6.- Èxitus

7.- Causa d'èxitus

8.- Data d'èxitus

### **FONTS D'INFORMACIÓ**

Les dades preoperatories s'obtenien directament de l'anamnesi del malalt, excepte la grandària de l'aurícula esquerra, que es va obtenir de l'estudi ecocardiogràfic preoperatori. El tipus de fibril·lació auricular podia ser paroxismal, persistent o permanent, formant aquestes dues darreres el grup de fibril·lació auricular crònica.

Les dades intraoperatories es van obtenir directament dels informes quirúrgics i d'Anestesiologia. L'Euroscore i l'Euroscore Logístic es calculaven automàticament des del programa informàtic de gestió de dades del Servei de Cirurgia Cardíaca (SICCS). L'Euroscore (*European System for Cardiac Operative Risk Evaluation*) és un model que permet predir el risc de mort després d'una intervenció de Cirurgia Cardíaca d'acord amb 17 variables sobre el malalt, la situació del cor i l'operació que es proposa fer. Per fer el càlcul del risc de mortalitat es fa servir una regressió logística. L'Euroscore Logístic és més exacte i es prefereix quan el risc esperat és gran. Només es pot calcular fent servir un programa informàtic, mentre que l'Euroscore no precisa d'un ordinador per ser calculat.



## **Material i mètodes**

Les dades postoperatòries es van obtenir directament de la història clínica dels malalts i de les visites de seguiment a la Consulta Externa.

### **PROTOCOL POSTOPERATORI**

Fins al moment de l'alta hospitalària, el ritme cardíac es monitoritzava i es registrava en forma d'ECG. En absència de contraindicacions formals, s'administrava amiodarona als malalts i s'anticoagulaven amb anticoagulants orals un mínim de 6 mesos. No es considerà necessària la cardioversió elèctrica externa durant l'ingrés llevat que els malalts toleressin malament l'arítmia.

Un cop donats d'alta, els malalts es visitaven al mes, sis mesos i després cada any fins arribar al tercer any. Totes les visites es van fer a la Consulta Externa del Servei de Cirurgia Cardíaca i les van fer metges del Servei, encara que no sempre el mateix cirurgià que va intervenir el pacient.

A cada visita els malalts eren sotmesos a una anamnesi, una exploració física completa i a un ECG de superfície de control. Des de la visita dels 6 mesos, també es feia un ecocardiograma. Les medicacions van ser modificades segons el criteri del metge que feia la visita, d'acord a la situació clínica de cada malalt.

## **ANÀLISI ESTADÍSTICA**

Les dades es van tractar amb el programa SPSS versió 19. Les dades es descriuen com mitjana i desviació estàndard per les variables contínues i com proporcions per les variables categòriques.

Durant el seguiment, el ritme cardíac es va dividir en dos grups per realitzar les anàlisi, el primer format pels malalts amb ritme sinusal i el segon pels malalts amb ritme diferent al sinusal, fos o no fibril·lació auricular.

Les diferències entre els grups es van estudiar amb el test de la  $t$  de Student per les variables contínues i amb el test de la  $\chi^2$  o el test exacte de Fisher, quan estava indicat, per les variables categòriques. Un resultat de  $p$  més petit que 0,05 es va considerar estadísticament significatiu.

Es va estudiar la relació entre les variables i el manteniment del ritme sinusal al tercer any mitjançant una anàlisi de regressió logística univariant i multivariant. L'anàlisi de regressió logística multivariant va incloure les variables edat, Euroscore, durada de la FA, grandària de la aurícula esquerra i el tipus de FA. Es va estudiar, també, la

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

relació d'aquestes variables amb el manteniment del ritme sinusal al tercer any mitjançant una anàlisi de regressió de Cox.

Es van construir corbes de supervivència de Kaplan Meier (caiguda en fibril·lació auricular durant el seguiment) pel grup global de malalts i per la mediana de la grandària de l'aurícula esquerra, durada de la fibril·lació auricular, Euroscore, edat i malaltia de base.

Com a prova de comparació per les corbes de Kaplan Meier es va fer servir la prova de Log-Rank.

## **RESULTATS**

## **RESULTATS**

### **DADES PREOPERATÒRIES**

Els malalts s'han dividit en dos grups per avaluar les diferències dels resultats. El primer grup està constituït per 20 malalts amb una fibril·lació auricular paroxismal (33,9%). El segon grup el formen els 39 malalts (66,1%) amb una fibril·lació auricular crònica (5 de persistent [8,5%] i 34 [57,6%] de permanent).

Començarem analitzant les dades demogràfiques del grup objecte d'estudi, que queden reflectides a les Taules 2 i 3. En quant al gènere, 19 malalts eren dones (32,2%) i 40 malalts eren homes (67,8%). Fent referència a la patologia de base, 28 malalts (47,5%) tenien una malaltia de la vàlvula mitral, 17 malalts (28,8%) una malaltia de la vàlvula aòrtica, 11 malalts patien una malaltia coronària i només 3 (5,1%) una malaltia congènita. Pel que fa a la medicació preoperatòria, 24 malalts (40,7%) prenién digoxina, 17 (28,8%) prenién  $\beta$ -bloquejants i antagonistes del calci, 11 (18,6%) prenién

antiagregants, 48 (81,4%) prenen anticoagulants orals i 12 (20,3%) prenen amiodarona. Evidentment, com es desprèn d'aquestes dades, alguns malalts prenen més d'una medicació.

Només 1 malalt (1,7%) havia estat sotmès a una ablació percutània prèviament a la cirurgia per tractar la seva fibril·lació auricular. En quant a trombo-embolisme previ, 9 malalts (15,3%) l'havien patit.

	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>GENERE</b>		
Homes	40	67,8
Dones	19	32,2
<b>PATOLOGIA</b>		
Patologia mitral	28	47,5
Patologia aòrtica	17	28,8
Patologia coronària	11	18,6
Patologia congènita	3	5,1
<b>TRACTAMENT</b>		
Digoxina	24	40,7
β-bloquejants	17	28,8
Antagonistes del calci	17	28,8
Antiagregants	11	18,6
Anticoagulants orals	48	81,4
Amiodarona	12	20,3
<b>ABLACIÓ PERCUTANIA PRÈVIA</b>	1	1,7
<b>TROMBO-EMBOLISME PRÈVI</b>	9	15,3

Taula 2 Dades demogràfiques del grup global de malalts, n=59.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

La resta de les dades demogràfiques del grup global de malalts es mostra a la taula següent (Taula 3).

	<b>Mitjana</b>	<b>DE</b>
<b>Euroscore</b>	5,68	2,29
<b>Euroscore Logístic</b>	5,93	4,69
<b>Edat (anys)</b>	65,63	11,10
<b>Durada de la FA en mesos</b>	60,10	105,29
<b>Grandària de l'AE en mm</b>	50,65	7,65
<b>FE %</b>	56,44	13,73

**Taula 3 Dades demogràfiques del grup global de malalts expressades com a mitjana i desviació estàndard (DE), n=59.**

Tal i com hem dit abans, els malalts s'han dividit en dos grups, el de fibril·lació auricular paroxismal i el de fibril·lació auricular crònica. A continuació s'analitzen les diferències entre els dos grups. Els resultats d'aquesta anàlisi es mostren a la Taula 4. Un cop efectuada l'anàlisi estadística els dos grups no mostren diferències estadísticament significatives excepte en l'Euroscore, l'Euroscore Logístic i en la presa de medicaments antagonistes del calç i antiagregants plaquetaris. Així, els malalts amb fibril·lació auricular crònica tenien un Euroscore i un Euroscore Logístic més elevat i rebien més tractament amb antagonistes del calç. Els malalts amb fibril·lació auricular paroxismal rebien més tractament amb antiagregants plaquetaris.



	FA paroxismal	FA crònica	p
<b>Euroscore</b>	4,95 (DE 1,60)	6,05 (DE 2,51)	0,046 <sup>1</sup>
<b>Euroscore Logístic</b>	4,07 (DE 1,92)	6,88 (DE 5,39)	0,005 <sup>1</sup>
<b>Edat (anys)</b>	66 (DE 9,09)	65,28 (DE 12,10)	0,818 <sup>1</sup>
<b>Durada FA (mesos)</b>	88,89 (DE 153,47)	44,39 (DE 62,39)	0,253 <sup>1</sup>
<b>Grandària AE (mm)</b>	48,56 (DE 6,32)	51,76 (DE 8,13)	0,152 <sup>1</sup>
<b>FE %</b>	58,60 (DE12,07)	55,33 (DE14,59)	0,393 <sup>1</sup>
<b>Gènere (home)</b>	15 (75%)	25 (64,10%)	0,396 <sup>2</sup>
<b>Tractament</b>			
<b>Digoxina</b>	7 (35%)	17 (43,60%)	0,525 <sup>2</sup>
<b>β-bloquejants</b>	5 (25%)	12 (30,80%)	0,643 <sup>2</sup>
<b>Antagonistes del calç</b>	2 (10%)	15 (38%)	0,022 <sup>2</sup>
<b>Antiagregants</b>	8 (40%)	3 (7,7%)	0,003 <sup>2</sup>
<b>Anticoagulants orals</b>	15 (75%)	33 (84,60%)	0,483 <sup>2</sup>
<b>Amiodarona</b>	7 (35%)	5 (12,80%)	0,051 <sup>2</sup>
<b>Ablació percutània</b>	0	1 (2,60%)	0,900 <sup>2</sup>
<b>Trombo-embolisme</b>	2 (10%)	7 (17,90%)	0,704 <sup>2</sup>
<b>Patologia</b>			
<b>Patologia mitral</b>	9 (45%)	19 (48,70%)	0,787 <sup>2</sup>
<b>Patologia aòrtica</b>	5 (25%)	12 (30,80%)	0,643 <sup>2</sup>
<b>Patologia coronària</b>	6 (30%)	5 (12,80%)	0,159 <sup>2</sup>
<b>Patologia congènita</b>	0	3 (7,70%)	0,544 <sup>2</sup>

Taula 4 Diferències entre el grup de malalts amb fibril·lació auricular paroxismal i el grup de malalts amb fibril·lació auricular crònica. Els resultats s'expressen com a mitjana i desviació estàndard (DE) o com a nombre i percentatge

<sup>1</sup>: T d'Student

<sup>2</sup>: prova de chi quadrat

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

**DADES PERIOPERATÒRIES**

Dels 59 malalts tractats, només en un es va detectar un senyal d'error a l'ACS durant el procediment d'ablació (1,69%). El temps emprat durant el procediment va ser de 574 (DE 21) segons (entre 537 i 650 segons), aproximadament 9 minuts i mig, sense diferències entre els malalts amb fibril·lació auricular paroxismal i els malalts amb fibril·lació auricular crònica [567 (DE 14) vs 578 (DE 19), p=0,097].

La grandària mitjana de l'UltraCinch va ser de 10,78 (DE 1,451) (entre 8 i 13) amb una moda de 11 en 16 casos (27,1%, Taula 5). En els malalts amb una fibril·lació auricular crònica, la grandària va ser significativament més gran (Taula 6).

	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>8</b>	3	5,1%
<b>9</b>	9	5,3%
<b>10</b>	13	22%
<b>11</b>	16	27,1%
<b>12</b>	7	11,9%
<b>13</b>	10	16,9%

**Taula 5 Grandària de l'UltraCinch, n=59.**

---

	<b>FA paroxismal</b>	<b>FA crònica</b>	<b>p</b>
<b>Durada procediment en segons</b>	567 (DE14)	578 (DE19)	0,097 <sup>1</sup>
<b>Grandària UltraCinch</b>	10,20 (DE1,19)	11,08 (DE1,49)	0,027 <sup>1</sup>

**Taula 6** Diferències de durada del procediment i grandària de l'UltraCinch entre els dos grups. DE: desviació estàndard

<sup>1</sup>: t d'Student

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

***INTERVENCIIONS QUIRÚRGIQUES***

A la Taula 7 es mostren les intervencions realitzades sobre la vàlvula mitral.

	FA paroxismal		FA crònica		TOTAL	
	n	%	n	%	n	%
<b>Plàstia</b>	6	(60%)	14	(56%)	20	(57,1%)
<b>Pròtesi mecànica</b>	3	(30%)	7	(28%)	10	(28,6%)
<b>Pròtesi biològica</b>	1	(10%)	4	(16%)	5	(14,3%)
<b>TOTAL</b>	10	(28,6%)	25	(71,4%)	35	(100%)

**Taula 7 Intervencions sobre la vàlvula mitral**

Així veiem que es van practicar fins un total de 35 procediments sobre la vàlvula mitral (59,3%), 10 en el grup de fibril·lació auricular paroxismal (28,6%) i 25 en el grup de fibril·lació auricular crònica (71,4%), sense diferència entre els dos grups ( $p=0,297$ ) sent, la majoria, procediments de tipus plàstia amb conservació de la vàlvula mitral nativa. Es van implantar més pròtesis mecàniques que biològiques. Tampoc hi ha diferències significatives entre els dos grups en quant al tipus d'intervenció realitzada ( $p=0,894$ ).

A la Taula 8 es mostren les intervencions realitzades sobre la vàlvula aòrtica.

	FA paroxismal		FA crònica		TOTAL	
	n	%	n	%	n	%
<b>Pròtesi mecànica</b>	0		5	(33,3%)	5	(23,8%)
<b>Pròtesi biològica</b>	6	(100%)	10	(66,7%)	16	(76,2%)
<b>TOTAL</b>	6	(28,6%)	15	(71,4%)	21	(100%)

**Taula 8 Intervencions sobre la vàlvula aòrtica**

Un total de 21 procediments es van practicar sobre la vàlvula aòrtica (35,6%), 6 en el grup de fibril·lació auricular paroxismal (28,6%) i 15 en el grup de fibril·lació auricular crònica (71,4%), sense diferència entre els dos grups ( $p=0,521$ ), la majoria per substitució biològica. Tampoc hi ha diferències significatives entre els dos grups en quant al tipus d'intervenció realitzada ( $p=0,262$ ).

Sobre la vàlvula *tricúspide* es va actuar en 16 malalts (27,1%) i en tots el casos la cirurgia va consistir en un procediment de plàstia valvular, en 3 casos en malalts amb fibril·lació auricular paroxismal (15%) i en 13 casos en malalts amb fibril·lació auricular crònica (33,3%) ( $p=0,134$ ).

*Cirurgia coronària* es va practicar en 18 malalts (30,5%), 9 en el grup de fibril·lació auricular paroxismal (45%) i 9 en el grup de

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

fibril·lació auricular crònica (23,1%), encara que sense diferència estadísticament significativa ( $p=0,083$ ).

I en 2 malalts (3,38%) amb fibril·lació auricular crònica es va procedir a corregir una *cardiopatia congènita*.

El llistat complet de les intervencions quirúrgiques practicades es mostra a la Taula 9.

CABG i pròtesi biològica mitral	1
Pròtesi mecànica mitral, pròtesi mecànica aòrtica i plàstia tricuspídia	1
CABG, pròtesi biològica mitral i pròtesi biològica aòrtica	1
Pròtesi mecànica mitral i plàstia tricuspídia	3
CABG i pròtesi biològica aòrtica	3
CABG, plàstia mitral i plàstia tricuspídia	1
Pròtesi mecànica aòrtica	3
Pròtesi mecànica mitral i pròtesi mecànica aòrtica	1
CABG, plàstia mitral, pròtesi biològica aòrtica i plàstia tricuspídia	1
Cirurgia congènita	2
Pròtesi biològica mitral i plàstia tricuspídia	2
CABG i pròtesi mecànica mitral	1
CABG aïllat	5
Pròtesi mitral mecànica	4
Plàstia mitral i plàstia tricuspídia	8
Plàstia mitral	6
Pròtesi biològica aòrtica	12
CABG i plàstia mitral	4

**Taula 9** Llistat complet de les intervencions quirúrgiques practicades

A la Taula 10 es mostren les dades referents a la durada de les intervencions quirúrgiques, temps de CEC i temps de pinçament aòrtic.

	<b>FA paroxismal</b>	<b>FA crònica</b>	<b>p</b>
<b>Pinçament (minuts)</b>	67 (39-107)	83 (38-163)	0,094 <sup>1</sup>
<b>CEC (minuts)</b>	96,5 (43-153)	100 (49-200)	0,319 <sup>1</sup>
<b>Durada (minuts)</b>	217,5(150-333)	210 (92-400)	0,398 <sup>1</sup>

**Taula 10 Durada de les intervencions quirúrgiques, temps de CEC i temps de pinçament aòrtic. Les dades són minuts i s'expressen com a mediana i mínim i màxim entre parèntesi.**

<sup>1</sup>: t d'Student

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

**DADES POSTOPERATÒRIES**

***COMPLICACIONS I MORTALITAT***

Cap malalt va morir o va patir una complicació relacionada amb el procediment d'ablació.

A la Taula 11 es descriuen les complicacions que van patir els malalts durant l'ingrés.

<b>Complicació</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>Insuficiència respiratòria</b>	2	3,39%
<b>Insuficiència renal</b>	6	10,17%
<b>Vessament pericardíac</b>	1	1,69%
<b>Taponament cardíac</b>	1	1,69%
<b>Baix cabal cardíac</b>	1	1,69%
<b>Vessament pleural, toracocentesi</b>	1	1,69%
<b>Sagnat i re-intervenció</b>	1	1,69%
<b>Isquèmia mesentèrica</b>	1	1,69%
<b>Ili paralític</b>	1	1,69%
<b>Infecció de ferida</b>	1	1,69%
<b>Marcapassos</b>	2	3,39%

**Taula 11 Complicacions durant l'ingrés**



Així, doncs, la complicació més freqüent va ser la insuficiència renal. Dins del grup de fibril·lació paroxismal, 6 malalts van patir alguna complicació (30%) i dins del grup de fibril·lació crònica van ser 11 malalts (28,2%), sense diferències estadísticament significatives ( $p=0,885$ ). Només a dos malalts se'ls hi va implantar un marcapassos abans de l'alta, un de cada grup.

En quant a la mortalitat, 4 malalts van morir durant l'ingrés (6,7%), 2 per insuficiència respiratòria, 1 per fallida multi-orgànica i el quart per una isquèmia mesentèrica. Cap malalt va morir, doncs, per una causa estrictament cardíaca. Dels malalts que van morir, dos tenien una fibril·lació auricular paroxismal i els altres dos crònica ( $p=0,598$ ).

Durant el seguiment, a dos malalts se'ls hi va implantar un marcapassos (3,63%) i cinc malalts van morir (9,09%), un per una gangrena perifèrica, un per un infart agut de miocardi, un per insuficiència renal, un per un shock sèptic i en el cinquè malalt no es va identificar la causa de la mort. Tres malalts tenien una fibril·lació auricular crònica i dos paroxismal ( $p=0,900$ ).

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

**RESULTATS: RITME CARDÍAC A QUIRÒFAN**

Al final de la intervenció cardíaca, 40 malalts mantenien ritme sinusal (67,8%) i 19 (32,2%) tenien un ritme diferent al sinusal (Taula 12).

	FA paroxismal		FA crònica		TOTAL		p
	n	%	n	%	n	%	
<b>Sinusal</b>	16	(80%)	24	(61,5%)	40	(67,8%)	0,151 <sup>1</sup>
<b>Atrial</b>	0		1	(2,6%)	1	(1,7%)	
<b>Nodal</b>	2	(10%)	4	(10,3%)	6	(10,2%)	
<b>FA</b>	1	(5%)	8	(20,5%)	9	(15,3%)	
<b>Flutter</b>	0		0		0		
<b>Asistòlia</b>	1	(5%)	1	(2,6%)	2	(3,4%)	
<b>Marcapassos</b>	0		1	(2,6%)	1	(1,7%)	
<b>TOTAL</b>	20	(33,9%)	39	(66,1%)	59	(100%)	

**Taula 12 Ritme cardíac a quiròfan en acabar la cirurgia**

<sup>1</sup>: prova de chi quadrat

Així veiem que en el grup de malalts amb fibril·lació auricular paroxismal, 16 (80%) mantenien ritme sinusal i, en el grup de malalts amb fibril·lació auricular crònica, 24 malalts (61,5%) havien passat a ritme sinusal. Malgrat això, les diferències entre els dos grups no són estadísticament significatives (p=0,151).

D'altra banda, a la Taula 13 es descriuen els percentatges de malalts que mantenen ritme sinusal, segons la patologia de base.

	FA paroxismal		FA crònica		p
	n	%	n	%	
<b>Mitral</b>	8	(88,9%)	12	(63,2%)	0,214 <sup>1</sup>
<b>Aòrtica</b>	3	(60%)	6	(50%)	0,900 <sup>1</sup>
<b>Coronària</b>	5	(83,3%)	5	(100%)	0,900
<b>Congènita</b>	0		1	(33,3%)	-

Taula 13 Malalts amb ritme sinusal a quiròfan en acabar la cirurgia segons la patologia de base

<sup>1</sup>: prova de chi quadrat

A la Taula 14 es descriu el tractament mèdic postoperatori. Es troba una diferència estadísticament significativa en la presa d'antiagregants plaquetaris en el grup de malalts amb fibril·lació auricular paroxismal.

	FA paroxismal		FA crònica		p
	n	%	n	%	
<b>Digoxina</b>	0		0		-
<b>β-bloquejants</b>	2	(10%)	2	(5,1%)	0,598 <sup>1</sup>
<b>Cardioversió</b>	0		3	(7,7%)	0,544 <sup>1</sup>
<b>Amiodarona</b>	16	(80%)	37	(94,9%)	0,166 <sup>1</sup>
<b>Anticoagulants</b>	17	(85%)	30	(76,9%)	0,734 <sup>1</sup>
<b>Antiagregants</b>	8	(40%)	5	(12,8%)	0,024 <sup>1</sup>
<b>Antagonistes del calç</b>	0		0		-

Taula 14 Tractament en acabar la cirurgia

<sup>1</sup>: prova de chi quadrat

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

**RESULTATS: RITME CARDÍAC A L'ALTA HOSPITALÀRIA**

Disposem de dades sobre 57 malalts en el moment de l'alta hospitalària. D'aquests, 31 (54,4%) mantenen ritme sinusal i 26 (45,6%) un ritme diferent al sinusal (Taula 15). Així doncs, de dos malalts que van ser èxits no disposem de dades referents al ritme cardíac.

	FA paroxismal		FA crònica		TOTAL		p
	n	%	n	%	n	%	
<b>Sinusal</b>	13	(68,4%)	18	(47,4%)	31	(54,4%)	0,132 <sup>1</sup>
<b>Atrial</b>	0		1	(2,6%)	1	(1,8%)	
<b>Nodal</b>	0		0		0		
<b>FA</b>	5	(26,3%)	18	(47,45%)	23	(40,4%)	
<b>Flutter</b>	0		0		0		
<b>Asistòlia</b>	0		0		0		
<b>Marcapassos</b>	1	(5,3%)	1	(2,6%)	2	(3,5%)	
<b>TOTAL</b>	19	(33,3%)	38	(66,7%)	57	(100%)	

**Taula 15 Ritme cardíac a l'alta hospitalària**

<sup>1</sup>: prova de chi quadrat

Malgrat les diferències no són estadísticament significatives (p=0,132), 13 malalts (68,4%) amb fibril·lació auricular paroxismal mantenen ritme sinusal a l'alta, contra 18 malalts (47,4%) amb fibril·lació auricular crònica.

A la Taula 16 es mostren els percentatges de malalts amb ritme sinusal segons la patologia de base.

	FA paroxismal		FA crònica		p
	n	%	n	%	
<b>Mitral</b>	5	(62,5%)	10	(52,6%)	0,696 <sup>1</sup>
<b>Aòrtica</b>	4	(80%)	5	(45,5%)	0,308 <sup>1</sup>
<b>Coronària</b>	4	(66,7%)	2	(40%)	0,567 <sup>1</sup>
<b>Congènita</b>	0		1	(33,3%)	-

Taula 16 Malalts amb ritme sinusal a l'alta hospitalària segons la patologia de base

<sup>1</sup>: prova de chi quadrat

A la Taula 17 es mostren els tractaments que rebien els malalts a l'alta hospitalària.

	FA paroxismal		FA crònica		p
	n	%	n	%	
<b>Digoxina</b>	0		5	(13,5%)	0,160 <sup>1</sup>
<b>β-bloquejants</b>	7	(38,9%)	7	(18,9%)	0,185 <sup>1</sup>
<b>Cardioversió</b>	5	(27,8%)	5	(13,5%)	0,268 <sup>1</sup>
<b>Amiodarona</b>	12	(66,7%)	22	(59,5%)	0,769 <sup>1</sup>
<b>Anticoagulants</b>	15	(83,3%)	35	(94,6%)	0,317 <sup>1</sup>
<b>Antiagregants</b>	9	(50%)	6	(16,2%)	0,021 <sup>1</sup>
<b>Antagonistes del calci</b>	3	(16,7%)	6	(16,2%)	0,900 <sup>1</sup>

Taula 17 Tractament a l'alta hospitalària

<sup>1</sup>: prova de chi quadrat

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

Només es troba com estadísticament significatiu el fet que els malalts amb fibril·lació auricular paroxismal reben més tractament amb antiagregants plaquetaris.

**RESULTATS: RITME CARDÍAC AL MES DE LA INTERVENCIÓ**

Tenim dades sobre 53 malalts al mes de la intervenció, dels quals 29 mantenen ritme sinusal (54,7%) i 24 (45,3%) mantenen un ritme diferent al sinusal (Taula 18).

	FA paroxismal		FA crònica		TOTAL		p
	n	%	n	%	n	%	
<b>Sinusal</b>	14	(82,4%)	15	(41,7%)	29	(54,7%)	0,005 <sup>1</sup>
<b>Atrial</b>	0		0		0		
<b>Nodal</b>	0		0		0		
<b>FA</b>	1	(5,9%)	18	(50%)	19	(35,8%)	
<b>Flutter</b>	2	(11,8%)	3	(8,3%)	5	(9,4%)	
<b>Asistòlia</b>	0		0		0		
<b>Marcapassos</b>	0		0		0		
<b>TOTAL</b>	17	(32,1%)	36	(67,9%)	53	(100%)	

**Taula 18 Ritme cardíac al mes de la intervenció**

<sup>1</sup>: prova de chi quadrat

Així, 14 malalts (82,4%) amb fibril·lació auricular paroxismal mantenen ritme sinusal al mes de la intervenció, contra 15 malalts (41,7%) amb fibril·lació auricular crònica, diferència que és estadísticament significativa ( $p=0,005$ ).

A la Taula 19 es mostren els percentatges de malalts amb ritme sinusal segons la patologia de base.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

	<b>FA paroxismal</b>		<b>FA crònica</b>		<b>p</b>
	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	
<b>Mitral</b>	6	(75%)	7	(38,9%)	0,202 <sup>1</sup>
<b>Aòrtica</b>	4	(100%)	5	(50%)	0,221 <sup>1</sup>
<b>Coronària</b>	4	(80%)	2	(40%)	0,524 <sup>1</sup>
<b>Congènita</b>	0		1	(33,3%)	-

**Taula 19** Malalts amb ritme sinusal al mes de la intervenció segons la patologia de base

<sup>1</sup>: prova de chi quadrat

A la Taula 20 es mostra el tractament dels malalts al primer mes postoperatori. No hi ha cap diferència estadísticament significativa.

	<b>FA paroxismal</b>		<b>FA crònica</b>		<b>p</b>
	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	
<b>Digoxina</b>	0		5	(13,9%)	0,163 <sup>1</sup>
<b>β-bloquejants</b>	7	(41,2%)	12	(33,3%)	0,578 <sup>1</sup>
<b>Cardioversió</b>	0		0		-
<b>Amiodarona</b>	9	(52,9%)	20	(55,6%)	0,858 <sup>1</sup>
<b>Anticoagulants</b>	15	(88,2%)	35	(97,2%)	0,238 <sup>1</sup>
<b>Antiagregants</b>	7	(41,2%)	7	(19,4%)	0,109 <sup>1</sup>
<b>Antagonistes del calci</b>	4	(23,5%)	3	(8,3%)	0,193 <sup>1</sup>

**Taula 20** Tractament al mes de la intervenció

<sup>1</sup>: prova de chi quadrat



**RESULTATS: RITME CARDÍAC ALS SIS MESOS DE LA INTERVENCIÓ**

Als 6 mesos disposem de dades sobre 50 malalts, dels quals 31 (62%) mantenen ritme sinusal i 19 malalts (38%) presenten un ritme diferent al sinusal (Taula 21).

	FA paroxismal		FA crònica		TOTAL		p
	n	%	n	%	n	%	
<b>Sinusal</b>	13	(76,5%)	18	(54,5%)	31	(62%)	0,130 <sup>1</sup>
<b>Atrial</b>	0		0		0		
<b>Nodal</b>	0		0		0		
<b>FA</b>	2	(11,8%)	14	(42,4%)	16	(32%)	
<b>Flutter</b>	2	(11,8%)	0		2	(4%)	
<b>Asistòlia</b>	0		0		0		
<b>Marcapassos</b>	0		1	(3%)	1	(2%)	
<b>TOTAL</b>	17	(34%)	33	(66%)	50	(100%)	

**Taula 21 Ritme cardíac als 6 mesos de la intervenció**

<sup>1</sup>: prova de chi quadrat

Així, 13 malalts (76,5%) amb fibril·lació auricular paroxismal mantenen ritme sinusal contra 18 malalts (54,5%) amb fibril·lació auricular crònica, diferència no estadísticament significativa (p=0,130).

A la Taula 22 veiem els percentatges de malalts en ritme sinusal segons la patologia de base.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

	FA paroxismal		FA crònica		p
	n	%	n	%	
<b>Mitral</b>	7	(87,5%)	9	(56,3%)	0,189 <sup>1</sup>
<b>Aòrtica</b>	2	(66,7%)	5	(55,6%)	0,900 <sup>1</sup>
<b>Coronària</b>	4	(66,7%)	3	(60%)	0,900 <sup>1</sup>
<b>Congènita</b>	0		1	(33,3%)	-

**Taula 22 Malalts amb ritme sinusal als 6 mesos segons la patologia de base**

<sup>1</sup>: prova de chi quadrat

A la Taula 23 es mostra el tractament rebut als 6 mesos postoperatoris. No hi ha cap diferència estadísticament significativa.

	FA paroxismal		FA crònica		p
	n	%	n	%	
<b>Digoxina</b>	1	(5,9%)	4	(12,1%)	0,650 <sup>1</sup>
<b>β-bloquejants</b>	12	(70,6%)	15	(45,5%)	0,091 <sup>1</sup>
<b>Cardioversió</b>	0		0		-
<b>Amiodarona</b>	8	(47,1%)	9	(27,3%)	0,162 <sup>1</sup>
<b>Anticoagulants</b>	15	(88,2%)	32	(97%)	0,264 <sup>1</sup>
<b>Antiagregants</b>	5	(29,4%)	6	(18,2%)	0,475 <sup>1</sup>
<b>Antagonistes del calci</b>	3	(17,6%)	5	(15,6%)	0,900 <sup>1</sup>

**Taula 23 Tractament als 6 mesos**

<sup>1</sup>: prova de chi quadrat

**RESULTATS: RITME CARDÍAC AL PRIMER ANY DE LA INTERVENCIÓ**

Disposem de resultats de 49 malalts al primer any de la intervenció. D'aquests, 32 (65,3%) mantenen ritme sinusal i 17 (34,7%) un ritme diferent al sinusal, com queda reflectit a la Taula 24.

	FA paroxismal		FA crònica		TOTAL		p
	n	%	n	%	n	%	
<b>Sinusal</b>	14	(82,4%)	18	(56,3%)	32	(65,3%)	0,068 <sup>1</sup>
<b>Atrial</b>	0		0		0		
<b>Nodal</b>	0		0		0		
<b>FA</b>	2	(11,8%)	14	(43,8%)	16	(32,7%)	
<b>Flutter</b>	1	(5,9%)	0		1	(2%)	
<b>Asistòlia</b>	0		0		0		
<b>Marcapassos</b>	0		0		0		
<b>TOTAL</b>	17	(34,7%)	32	(65,3%)	49	(100%)	

**Taula 24 Ritme cardíac al primer any**

<sup>1</sup>: prova de chi quadrat

Veiem que 14 malalts (82,4%) amb fibril·lació auricular paroxismal mantenen ritme sinusal al primer any contra 18 malalts (56,3%) amb fibril·lació auricular crònica, diferència no estadísticament significativa ( $p=0,068$ ).

A la Taula 25 veiem el percentatge de malalts en ritme sinusal segons la patologia de base.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

	FA paroxismal		FA crònica		p
	n	%	n	%	
<b>Mitral</b>	7	(87,5%)	10	(62,5%)	0,352 <sup>1</sup>
<b>Aòrtica</b>	3	(100%)	5	(55,6%)	0,491 <sup>1</sup>
<b>Coronària</b>	4	(66,7%)	1	(25%)	0,524 <sup>1</sup>
<b>Congènita</b>	0		2	(66,7%)	-

**Taula 25 Malalts en ritme sinusal al primer any segons la patologia de base**

<sup>1</sup>: prova de chi quadrat

A la Taula 26 es mostra el tractament que reben els malalts al primer any postoperatori.

	FA paroxismal		FA crònica		p
	n	%	n	%	
<b>Digoxina</b>	2	(11,8%)	6	(18,8%)	0,696 <sup>1</sup>
<b>β-bloquejants</b>	11	(64,7%)	13	(40,6%)	0,108 <sup>1</sup>
<b>Cardioversió</b>	0		0		-
<b>Amiodarona</b>	8	(47,1%)	7	(21,9%)	0,069 <sup>1</sup>
<b>Anticoagulants</b>	14	(82,4%)	23	(69,7%)	0,499 <sup>1</sup>
<b>Antiagregants</b>	3	(17,6%)	11	(34,4%)	0,323 <sup>1</sup>
<b>Antagonistes del calç</b>	1	(5,9%)	2	(6,3%)	0,900 <sup>1</sup>

**Taula 26 Tractament al primer any de la intervenció**

<sup>1</sup>: prova de chi quadrat

Malgrat no arribar a ésser estadísticament significatiu, el percentatge de malalts que prenen amiodarona en el grup de fibril·lació auricular paroxismal és més del doble que en el grup de fibril·lació auricular crònica.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

**RESULTATS: RITME CARDÍAC AL SEGON ANY DE LA INTERVENCIÓ**

Disposem de resultats de 45 malalts al segon any de la intervenció. D'aquests, 28 (62,2%) mantenen ritme sinusal i 17 (37,8%) un ritme diferent al sinusal, com queda reflectit a la Taula 27.

	FA paroxismal		FA crònica		TOTAL		p
	n	%	n	%	n	%	
<b>Sinusal</b>	12	(75%)	16	(55,2%)	28	(62,2%)	0,189 <sup>1</sup>
<b>Atrial</b>	0		0		0		
<b>Nodal</b>	0		0		0		
<b>FA</b>	2	(12,5%)	11	(37,9%)	13	(28,9%)	
<b>Flutter</b>	1	(6,3%)	2	(6,9%)	3	(6,7%)	
<b>Asistòlia</b>	0		0		0		
<b>Marcapassos</b>	1	(6,3%)	0		1	(2,2%)	
<b>TOTAL</b>	16	(35,6%)	29	(64,4%)	45	(100%)	

**Taula 27 Ritme cardíac al segon any**

<sup>1</sup>: prova de chi quadrat

Veiem que 12 malalts (75%) amb fibril·lació auricular paroxismal mantenen ritme sinusal al segon any contra 16 malalts (55,2%) amb fibril·lació auricular crònica, diferència no estadísticament significativa (p=0,189).

A la Taula 28 veiem el percentatge de malalts en ritme sinusal segons la patologia de base.

	FA paroxismal		FA crònica		p
	n	%	n	%	
<b>Mitral</b>	6	(75%)	9	(64,3%)	0,900 <sup>1</sup>
<b>Aòrtica</b>	3	(100%)	4	(50%)	0,236 <sup>1</sup>
<b>Coronària</b>	3	(60%)	1	(25%)	0,524 <sup>1</sup>
<b>Congènita</b>	0		2	(100%)	-

Taula 28 Malalts en ritme sinusal al segon any segons la patologia de base

<sup>1</sup>: prova de chi quadrat

A la Taula 29 es mostra el tractament que reben els malalts al segon any postoperatori.

	FA paroxismal		FA crònica		p
	n	%	n	%	
<b>Digoxina</b>	2	(12,5%)	4	(14,3%)	0,900 <sup>1</sup>
<b>β-bloquejants</b>	10	(62,5%)	15	(53,6%)	0,565 <sup>1</sup>
<b>Cardioversió</b>	0		0		-
<b>Amiodarona</b>	5	(31,3%)	5	(17,9%)	0,456 <sup>1</sup>
<b>Anticoagulants</b>	13	(81,3%)	18	(64,3%)	0,314 <sup>1</sup>
<b>Antiagregants</b>	2	(12,5%)	10	(35,7%)	0,160 <sup>1</sup>
<b>Antagonistes del calci</b>	4	(25%)	4	(14,3%)	0,434 <sup>1</sup>

Taula 29 Tractament al segon any de la intervenció

<sup>1</sup>: prova de chi quadrat

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

Cap de les diferències no és estadísticament significativa. A destacar que un 81,3% de malalts del grup de fibril·lació auricular paroxismal prenen anticoagulants orals i que només un 64,3% en el grup de fibril·lació auricular crònica els prenen.



**RESULTATS: RITME CARDÍAC AL TERCER ANY DE LA INTERVENCIÓ**

Disposem de resultats de 44 malalts al tercer any de la intervenció. D'aquests, 25 (56,8%) mantenen ritme sinusal i 19 (43,2%) un ritme diferent al sinusal, com queda reflectit a la Taula 30.

	FA paroxismal		FA crònica		TOTAL		p
	n	%	n	%	n	%	
<b>Sinusal</b>	10	(66,7%)	15	(51,7%)	25	(56,8%)	0,343 <sup>1</sup>
<b>Atrial</b>	0		0		0		
<b>Nodal</b>	0		0		0		
<b>FA</b>	4	(26,7%)	11	(37,9%)	15	(34,1%)	
<b>Flutter</b>	0		3	(10,3%)	3	(6,8%)	
<b>Asistòlia</b>	0		0		0		
<b>Marcapassos</b>	1	(6,7%)	0		1	(2,3%)	
<b>TOTAL</b>	15	(34,1%)	29	(65,9%)	44	(100%)	

**Taula 30 Ritme cardíac al tercer any**

<sup>1</sup>: prova de chi quadrat

Veiem que 10 malalts (66,7%) amb fibril·lació auricular paroxismal mantenen ritme sinusal al tercer any contra 15 malalts (51,7%) amb fibril·lació auricular crònica, diferència no estadísticament significativa ( $p=0,343$ ).

A la Taula 31 veiem el percentatge de malalts en ritme sinusal segons la patologia de base.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

	FA paroxismal		FA crònica		p
	n	%	n	%	
<b>Mitral</b>	6	(75%)	8	(57,1%)	0,649 <sup>1</sup>
<b>Aòrtica</b>	2	(66,7%)	3	(37,5%)	0,545 <sup>1</sup>
<b>Coronària</b>	2	(50%)	2	(50%)	0,999 <sup>1</sup>
<b>Congènita</b>	0		2	(100%)	-

**Taula 31 Malalts en ritme sinusal al tercer any segons la patologia de base**

<sup>1</sup>: prova de chi quadrat

A la Taula 32 es mostra el tractament que reben els malalts al tercer any postoperatori.

	FA paroxismal		FA crònica		p
	n	%	n	%	
<b>Digoxina</b>	2	(13,3%)	4	(13,8%)	0,900 <sup>1</sup>
<b>β-bloquejants</b>	10	(66,7%)	14	(48,3%)	0,246 <sup>1</sup>
<b>Cardioversió</b>	0		0		-
<b>Amiodarona</b>	3	(20%)	6	(20,7%)	0,999 <sup>1</sup>
<b>Anticoagulants</b>	12	(80%)	21	(72,4%)	0,722 <sup>1</sup>
<b>Antiagregants</b>	2	(13,3%)	8	(27,6%)	0,452 <sup>1</sup>
<b>Antagonistes del calç</b>	4	(26,7%)	3	(10,3%)	0,207 <sup>1</sup>

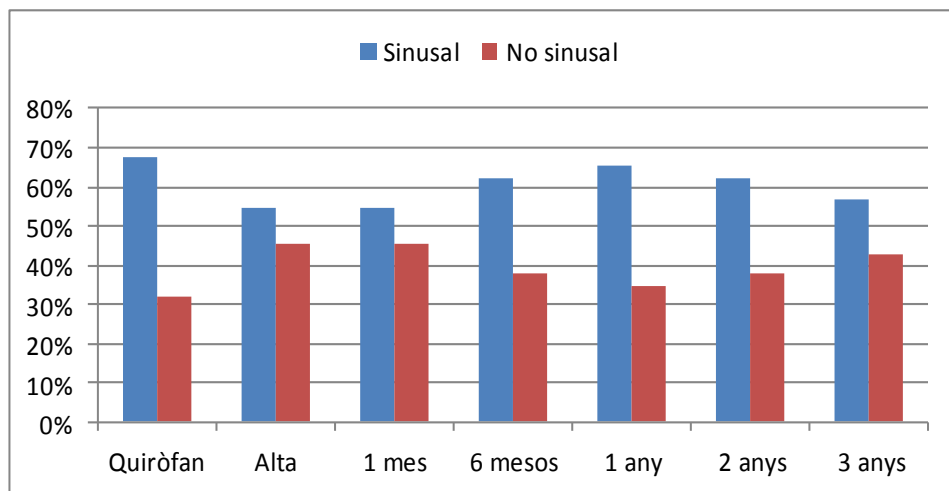
**Taula 32 Tractament al tercer any de la intervenció**

<sup>1</sup>: prova de chi quadrat

Cap de les diferències no és estadísticament significativa. A destacar que un 80% de malalts del grup de fibril·lació auricular paroxismal prenen anticoagulants orals i que només un 72,4% en el grup de fibril·lació auricular crònica els prenen.

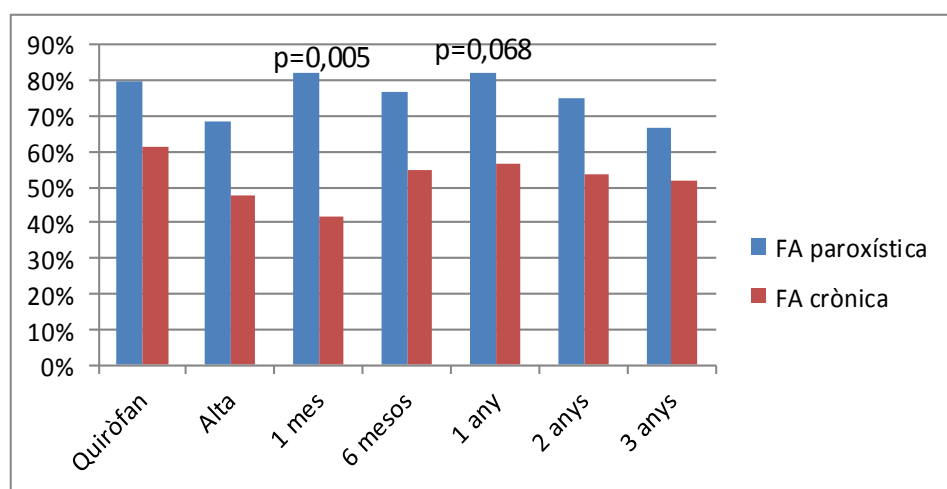
**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

**GRÀFIQUES DE SEGUIMENT**



**Ritme cardíac durant el seguiment. Grup global de malalts**

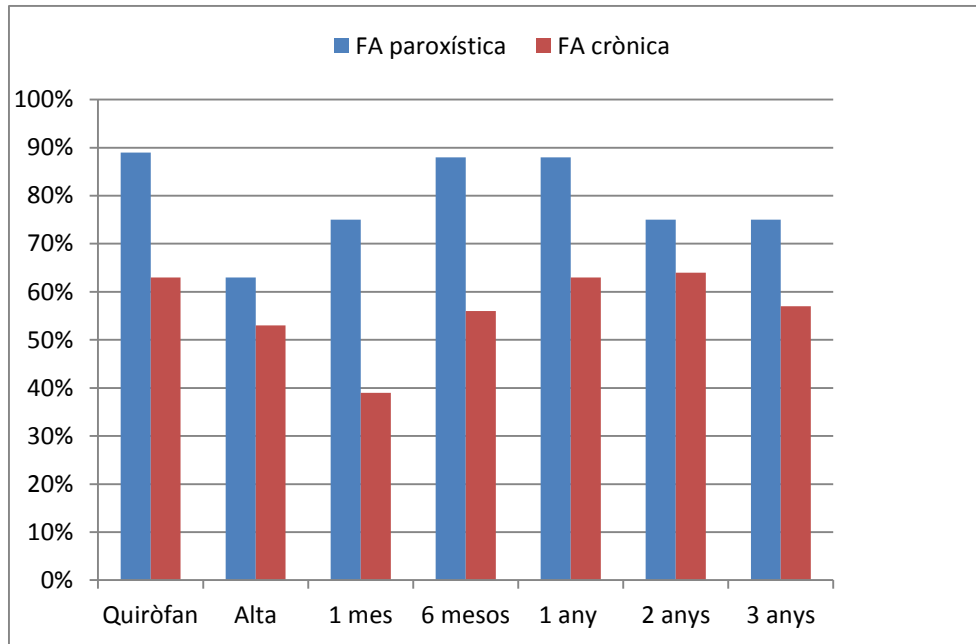
En aquesta gràfica es representa l'evolució del ritme cardíac durant el seguiment, independentment del tipus de fibril·lació auricular. En color blau els malalts que mantenen ritme sinusal i en color vermell els que no el mantenen. Destaca que, a cada moment del seguiment, hi ha més malalts que mantenen ritme sinusal i que el percentatge és cada vegada més alt, superant el 60% als sis mesos, a l'any i als dos anys. Al tercer any arriba al 56,8%.



#### Ritme cardíac en el seguiment segons el tipus de fibril·lació auricular

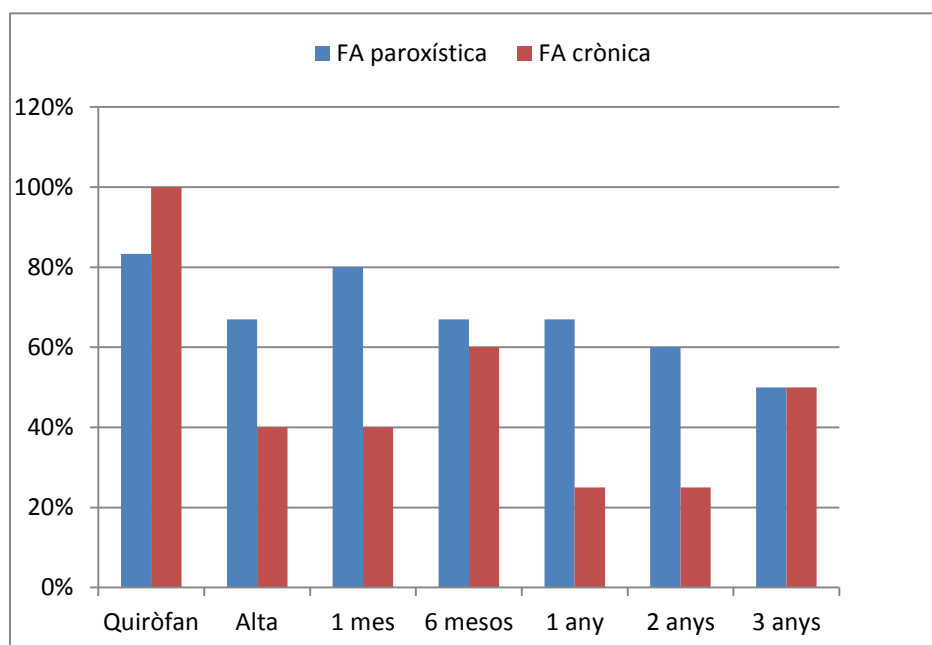
En aquesta gràfica es representa el manteniment del ritme sinusal segons el tipus de fibril·lació auricular, en blau la paroxismal i en vermell la crònica. Hi ha diferència a favor dels malalts amb fibril·lació auricular paroxismal sempre, sent estadísticament significativa al primer mes i quasi significativa al primer any, superant el 80% de casos. Als dos anys, el 75% dels malalts amb fibril·lació auricular paroxismal mantenen el ritme sinusal, i aquest percentatge arriba al 66,7% als tres anys.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**



**Ritme cardíac en el seguiment. Malalts amb patologia mitral**

En aquesta gràfica es mostren els resultats dels malalts amb patologia mitral exclusivament. Veiem que els resultats són sempre millors quan la fibril·lació auricular és paroxismal. Als sis mesos i a l'any més del 80% de malalts amb fibril·lació paroxismal mantenen el ritme sinusal. Al segon i al tercer any el 75% de malalts amb fibril·lació auricular paroxismal mantenen el ritme sinusal.

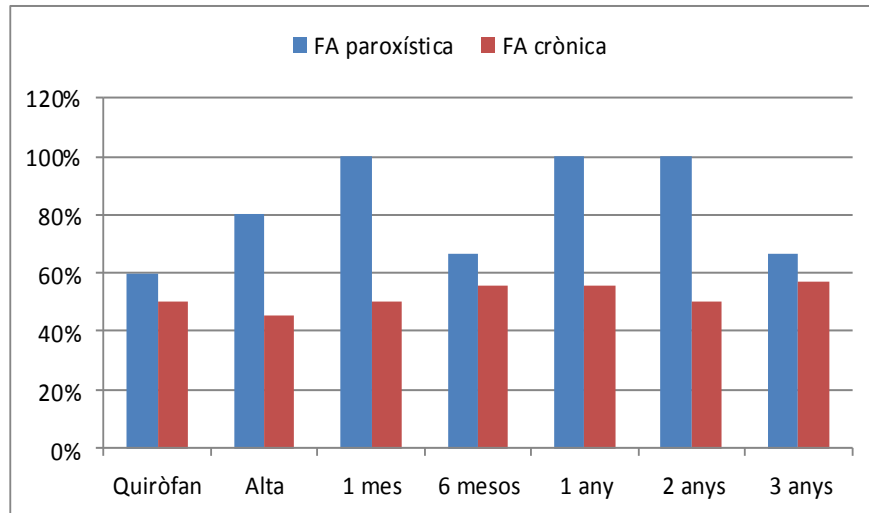


#### Ritme cardíac en el seguiment. Malalts amb patologia coronària

En aquesta gràfica es mostren els resultats dels malalts amb patologia coronària. També són millors quan la fibril·lació auricular és paroxismal. Es manté el ritme sinusal en un 80% de casos al primer mes, mentre que als sis mesos i al primer any aquesta xifra baixa fins al 66%. Als dos anys baixa fins al 60%. I al tercer any arriba al 50%.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

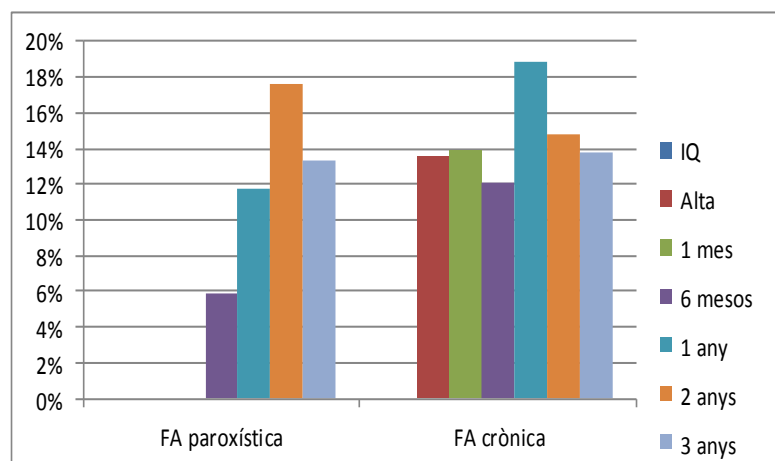
---



**Ritme cardíac en el seguiment. Malalts amb patologia aòrtica**

En aquesta gràfica es presenten els resultats obtinguts amb malalts amb patologia aòrtica. El 100% de malalts amb fibril·lació auricular paroxismal mantenen el ritme sinusal al primer mes, al primer any i al segon any. Al tercer any baixa fins el 66,7%.

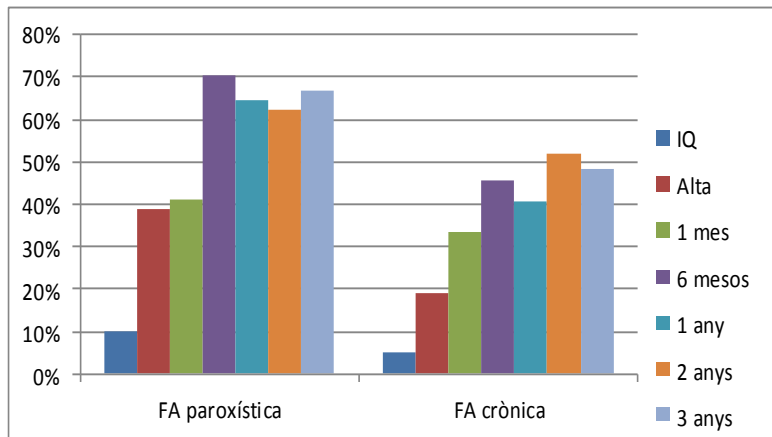




### Tractament amb digoxina

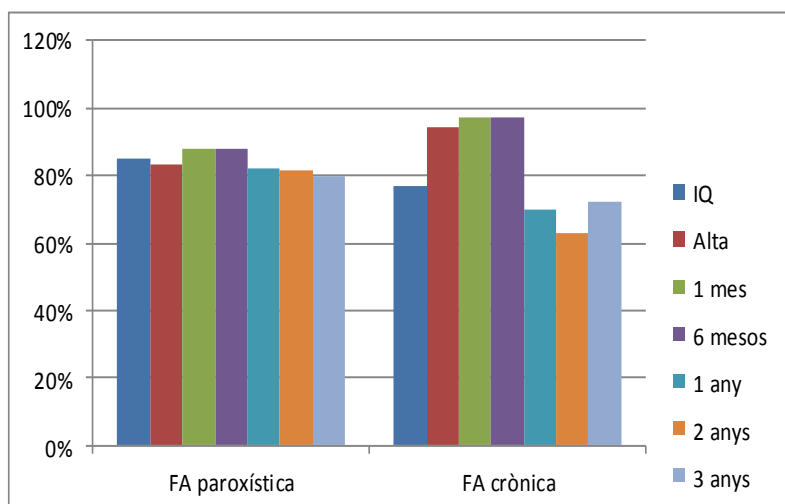
En aquesta gràfica veiem que la digoxina es fa servir, sobre tot, en malalts amb fibril·lació auricular crònica, encara que en un percentatge de malalts molt modest. La digoxina té utilitat clínica per frenar el ritme cardíac però no per revertir una fibril·lació auricular a ritme sinusal.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**



**Tractament amb  $\beta$ -bloquejants**

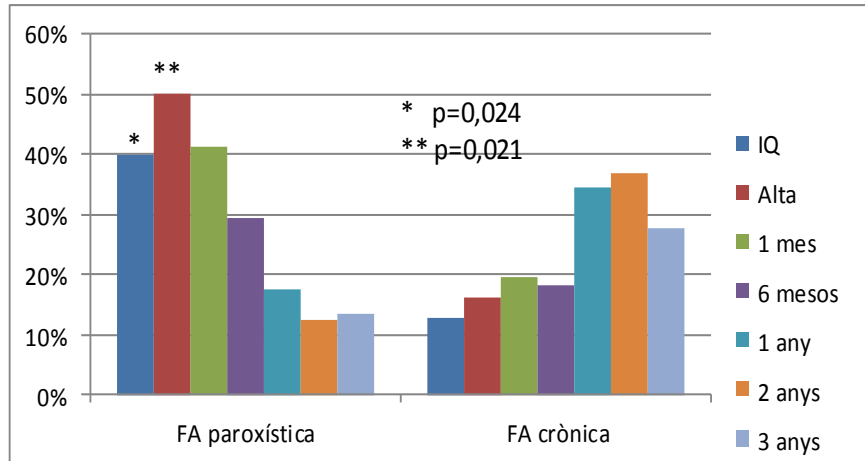
En aquesta gràfica es mostra l'ús dels fàrmacs  $\beta$ -bloquejants. A destacar que són molt utilitzats en malalts amb fibril·lació auricular paroxismal. Està demostrat que aturar-los és un factor de risc evident per caure en fibril·lació auricular.



#### Tractament amb anticoagulants orals

Els anticoagulants orals són la medicació que més prenen els malalts en fibril·lació auricular per poder prevenir fenòmens de trombo-embolisme. Fins als sis mesos, pràcticament tots els malalts amb fibril·lació auricular crònica en prenen, així com més del 80% de malalts amb fibril·lació auricular paroxismal. Crida l'atenció com aquest percentatge baixa a partir del primer any pels malalts amb fibril·lació auricular crònica.

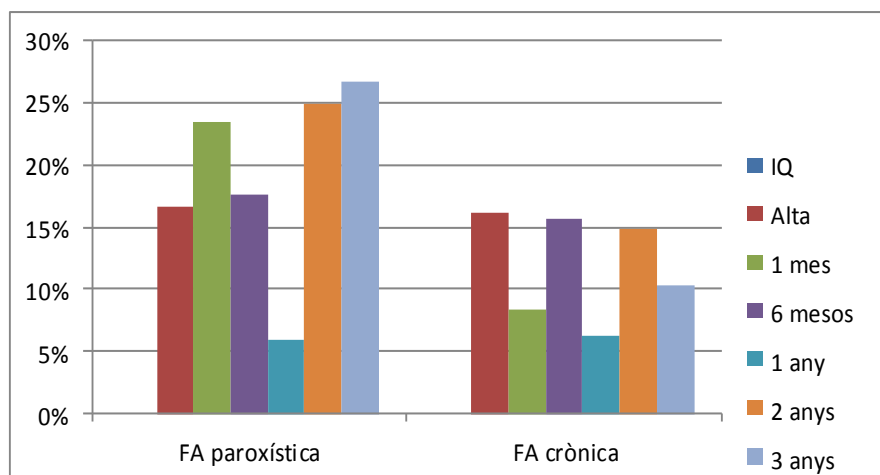
### Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària



### Tractament amb antiagregants plaquetaris

En quant als antiagregants plaquetaris, trobem una diferència estadísticament significativa en els malalts amb fibril·lació auricular paroxismal durant l'ingrés hospitalari i a l'alta. S'explica perquè els malalts amb patologia coronària presenten més fibril·lació auricular paroxismal que crònica. De totes maneres, la seva utilització davalla amb el temps pels malalts amb fibril·lació auricular paroxismal i augmenta pels malalts amb fibril·lació auricular crònica.

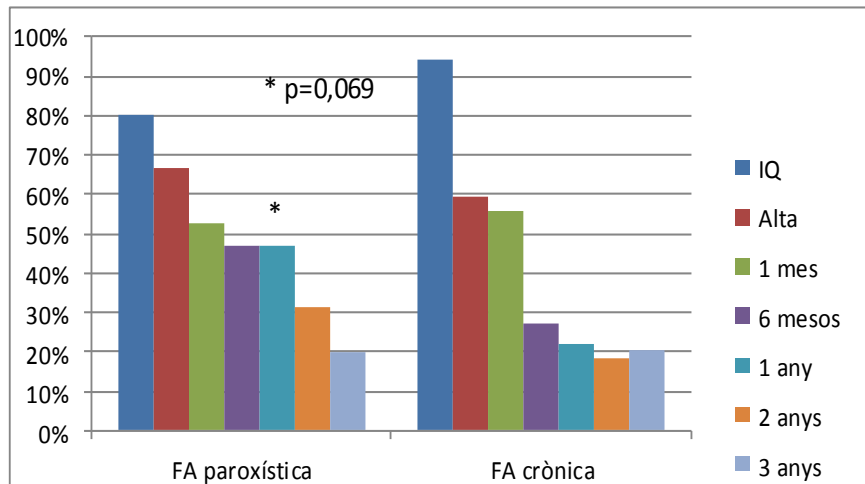
En fibril·lació auricular aquests fàrmacs tenen poca utilitat per prevenir fenòmens de trombo-embolisme, però són molt útils en malalts amb patologia coronària per evitar la progressió de la placa.



#### Tractament amb antagonistes del calci

Els fàrmacs antagonistes del calci no han estat molt utilitzats en cap dels dos grups de malalts.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**



**Tractament amb amiodarona**

L'amiodarona és uns dels fàrmacs clàssics pel tractament de la fibril·lació auricular, no només per controlar la freqüència cardíaca, sinó que també és molt utilitzada per revertir la fibril·lació. Això explica que sigui emprada en més del 80% dels casos al finalitzar la intervenció quirúrgica en els dos grups (més del 90% en els casos de fibril·lació auricular crònica).

Al primer any trobem una diferència pràcticament significativa a favor del seu ús en malalts amb fibril·lació auricular paroxismal.

**MALALTS PERDUTS EN EL SEGUIMENT**

Hi ha sis malalts que no han pogut ser seguits fins al tercer any postoperatori. Juntament amb els 9 malalts que van ser èxits, tenim un total de 15 malalts sense seguiment (25,4%).

S'han avaluat les característiques preoperatories i intraoperatories d'aquests malalts i s'han comparat amb la dels malalts en els que sí s'ha pogut completar el seguiment.

Els resultats es mostren a la Taula 33. No es va trobar cap diferència significativa.

	<b>No perduts</b>	<b>Perduts</b>	<b>p</b>
<b>Gènere (home)</b>	32 (73,7%)	8 (53,3%)	0,207 <sup>1</sup>
<b>Tipus FA</b>			
<b>FA paroxismal</b>	15 (34,1%)	5 (33,3%)	0,957 <sup>1</sup>
<b>FA crònica</b>	29 (65,9%)	10 (67,7%)	0,957 <sup>1</sup>
<b>Patologia</b>			
<b>Patologia mitral</b>	22 (50%)	6 (40%)	0,503 <sup>1</sup>
<b>Patologia aòrtica</b>	11 (25%)	6 (40%)	0,328 <sup>1</sup>
<b>Patologia coronària</b>	8 (18,2%)	3 (20%)	0,999 <sup>1</sup>
<b>Patologia congènita</b>	3 (6,8%)	0	0,564 <sup>1</sup>
<b>Tractament</b>			
<b>Digoxina</b>	16 (34,4%)	8 (53,3%)	0,248 <sup>1</sup>

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

<b>B-bloquejants</b>	13 (29,5%)	4 (26,7%)	0,999 <sup>1</sup>
<b>Antagonistes del calç</b>	7 (15,9%)	5 (33,3%)	0,263 <sup>1</sup>
<b>Antiagregants</b>	9 (20,5%)	2 (13,3%)	0,712 <sup>1</sup>
<b>Anticoagulants orals</b>	36 (81,8%)	12 (80%)	0,999 <sup>1</sup>
<b>Amiodarona</b>	7 (15,9%)	5 (33,3%)	0,263 <sup>1</sup>
<b>Ablació percutània</b>	1 (2,3%)	0	0,999 <sup>1</sup>
<b>Trombo-embolisme</b>	5 (11,4%)	4 (26,7%)	0,213 <sup>1</sup>
<b>Euroscore</b>	5,61 (DE 2,36)	5,87 (DE 2,13)	0,715 <sup>2</sup>
<b>Euroscore Logístic</b>	5,70 (DE 4,76)	6,60 (DE 4,59)	0,527 <sup>2</sup>
<b>Edat (anys)</b>	66,25 DE (9,97)	63,40 (DE 13,09)	0,395 <sup>2</sup>
<b>Durada FA (mesos)</b>	61,87 DE (101,67)	50,43 (DE 112,02)	0,726 <sup>2</sup>
<b>Grandària AE (mm)</b>	50,15 (DE 7,29)	52,15 (DE 8,78)	0,420 <sup>2</sup>
<b>FE %</b>	57,61 (DE 13,80)	53 (DE 13,53)	0,266 <sup>2</sup>
<b>Dades quirúrgiques</b>			
<b>Pinçament (minuts)</b>	83,43 (DE 29,04)	75,67 (DE 29,20)	0,376 <sup>2</sup>
<b>CEC (minuts)</b>	107,14 (DE 37,46)	97,87 (DE 30,32)	0,391 <sup>2</sup>
<b>Durada IQ (minuts)</b>	228,32 (DE 62,79)	214,53 (DE 47,58)	0,441 <sup>2</sup>
<b>Grandària UltraCinch</b>	10,72 (DE 1,46)	10,93 (DE 1,43)	0,630 <sup>2</sup>

**Taula 33. Diferències preoperatòries i intraoperatòries dels malalts sense seguiment al tercer any comparats amb els malalts amb seguiment complet. Els resultats s'expressen com a mitjana i desviació estàndard (DE) o com a nombre i percentatge**

<sup>1</sup>: prova de chi quadrat, <sup>2</sup>: t de Student



**ANÀLISI UNIVARIANT, MULTIVARIANT I CORBES DE KAPLAN-MEIER**

A la Taula 34 es mostren les dades corresponents a l'anàlisi univariant.

		<b>P</b>
<b>Euroscore</b>	NS 6,37 (DE 2,033)	0,064 <sup>1</sup>
	S 5,04 (DE 2,475)	
<b>Euroscore Logístic</b>	NS 6,78 (DE 4,977)	0,194 <sup>1</sup>
	S 4,88 (DE 4,518)	
<b>Edat (anys)</b>	NS 69,58 (DE 7,582)	0,052 <sup>1</sup>
	S 63,72 (DE 10,934)	
<b>Durada FA (mesos)</b>	NS 98,22 (DE 138,332)	0,058 <sup>1</sup>
	S 30,71 (DE 34,194)	
<b>Grandària AE (mm)</b>	NS 52,47 (DE 6,043)	0,081 <sup>1</sup>
	S 48,36 (DE 7,792)	
<b>FE %</b>	NS 53,63 (DE 16,283)	0,096 <sup>1</sup>
	S 60,64 (DE 10,984)	
<b>Pinçament (minuts)</b>	NS 84,26 (DE 30,984)	0,871 <sup>1</sup>
	S 82,80 (DE 28,114)	
<b>CEC (minuts)</b>	NS 108,16 (DE 33,037)	0,877 <sup>1</sup>
	S 106,36 (DE 41,163)	
<b>Durada IQ (minuts)</b>	NS 227,89 (DE 58,293)	0,969 <sup>1</sup>
	S 228,64 (DE 67,208)	

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

<b>Grandària UltraCinch</b>	NS 11 (1,609)	0,296 <sup>1</sup>
	S 10,52 (1,358)	
<b>Gènere (homes)</b>	NS 16 (84,2%)	0,136 <sup>2</sup>
	S 16 (64%)	
<b>Tipus FA (paroxismal)</b>	NS 5 (26,3%)	0,343 <sup>2</sup>
	S 10 (40%)	
<b>Tipus FA (crònica)</b>	NS 14 (73,7%)	0,343 <sup>2</sup>
	S 15 (60%)	
<b>Patologia mitral</b>	NS 8 (42,1%)	0,361 <sup>2</sup>
	S 14 (56%)	
<b>Patologia aòrtica</b>	NS 6 (31,6%)	0,489 <sup>2</sup>
	S 5 (20%)	
<b>Patologia coronària</b>	NS 4 (21,1%)	0,710 <sup>2</sup>
	S (165%)	

**Taula 34. Relació de les variables amb el manteniment del ritme sinusal al tercer any. Anàlisi univariant. NS: no sinusal. S: sinusal. Els resultats s'expressen com a mitjana i desviació estàndard (DE) o com a nombre i percentatge**

<sup>1</sup>: t de Student

<sup>2</sup>: prova de chi quadrat

Encara que no arriben a ser significatives, l'Euroscore, l'edat, la durada de la fibril·lació auricular, la grandària de l'aurícula esquerra i la fracció d'ejecció s'associen al manteniment del ritme sinusal al tercer any (a més baix Euroscore, més joves, menys durada

de la fibril·lació auricular, grandària de l'aurícula esquerra més petita i millor fracció d'ejecció).

A la Taula 35 es mostren les dades de l'anàlisi multivariant de regressió logística. A més a més de les variables anteriors s'ha inclòs, també, el tipus de fibril·lació auricular.

	<b>OR (95% IC)</b>	<b>p</b>
<b>Edat (anys)</b>	1,008 (0,884-1,151)	0,903
<b>Euroscore</b>	0,749 (0,400-1,402)	0,367
<b>Durada FA (mesos)</b>	0,973 (0,973-1,007)	0,242
<b>Grandària AE (mm)</b>	0,851 (0,851-1,062)	0,373
<b>Tipus FA</b>	2,405 (0,408- 14,185)	0,333

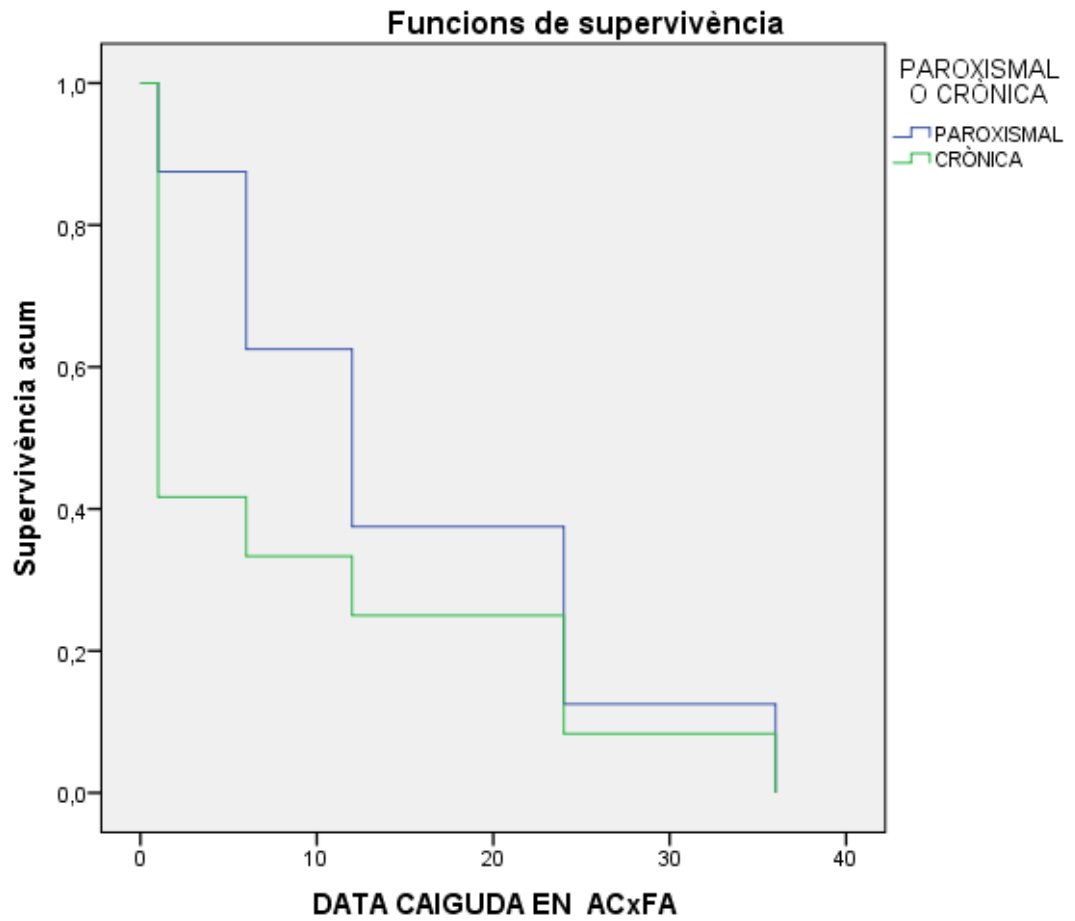
**Taula 35. Relació de les variables amb el manteniment del ritme sinusal al tercer any. Anàlisi multivariant de regressió logística. NS: no sinusal. S: sinusal.**

Cap de les variables incloses a l'anàlisi multivariant va resultar estadísticament significativa.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

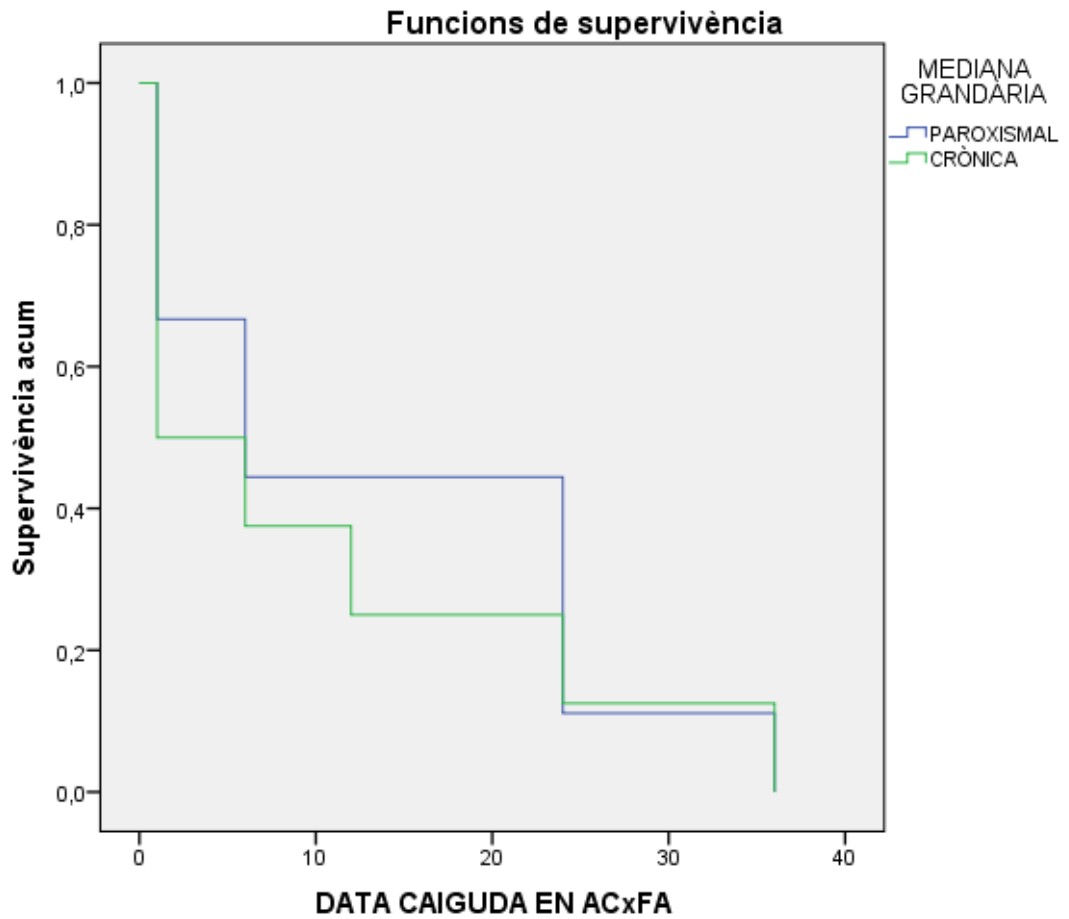
---

Seguidament es mostren les corbes de Kaplan-Meier (caiguda en fibril·lació auricular durant el seguiment) pel grup global de malalts i per la mediana de la grandària de l'aurícula esquerra, durada de la fibril·lació auricular, Euroscore, edat i malaltia de base.

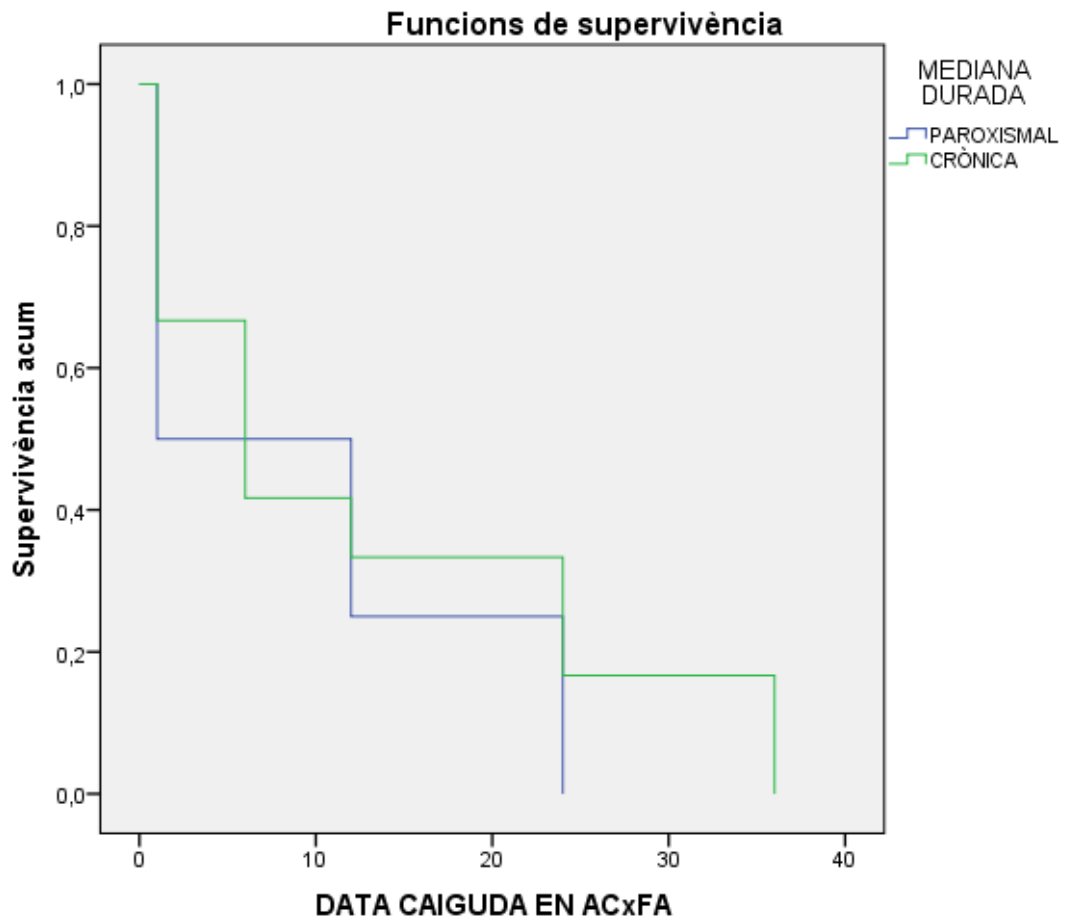


Grup global, Log Rank 0,331

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

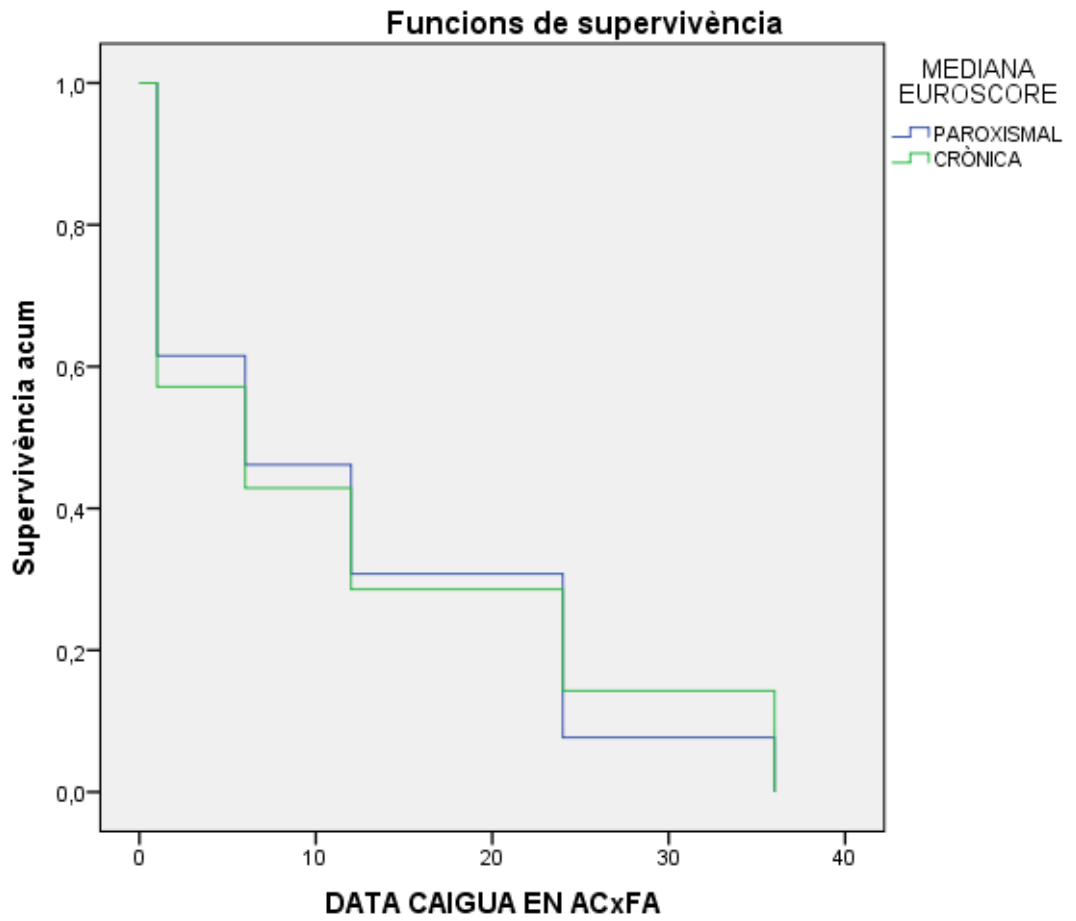


Mediana de grandària de l'aurícula esquerra, Log Rank 0,620



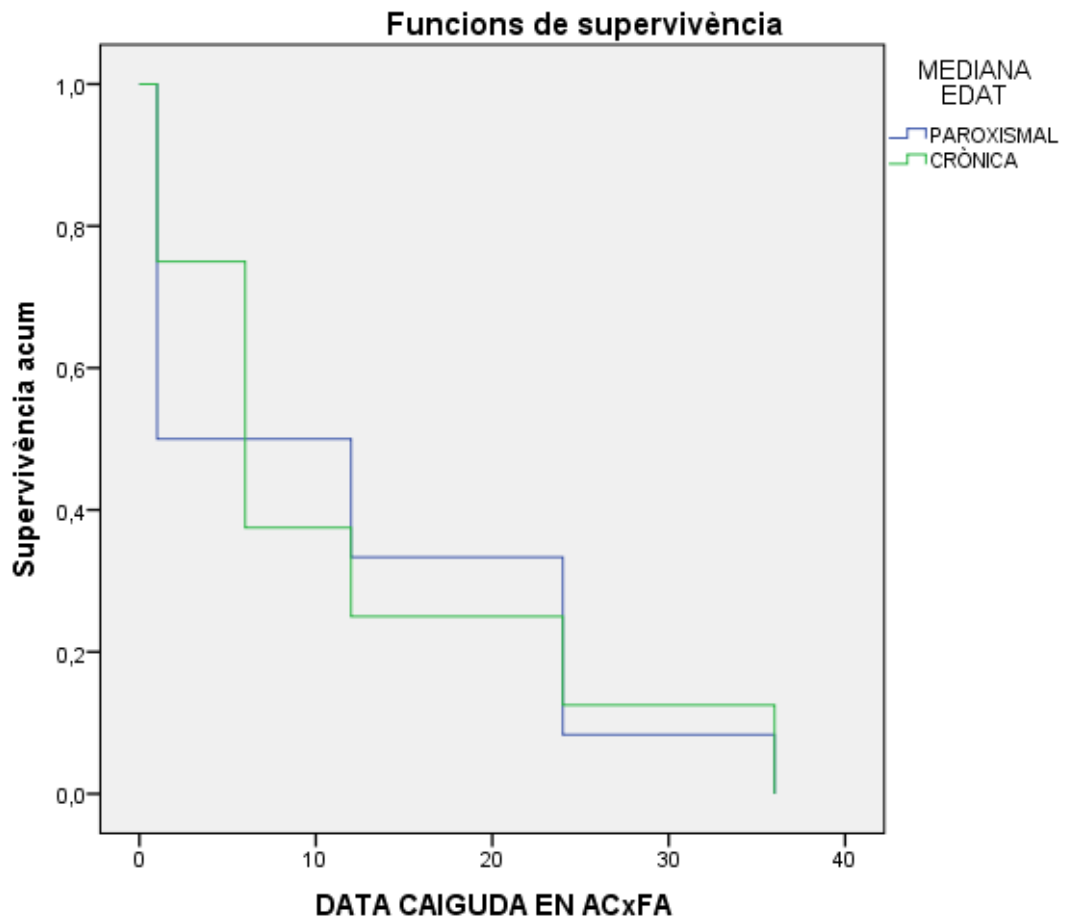
Mediana de durada de la fibril·lació auricular, Log Rank 0,488

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**



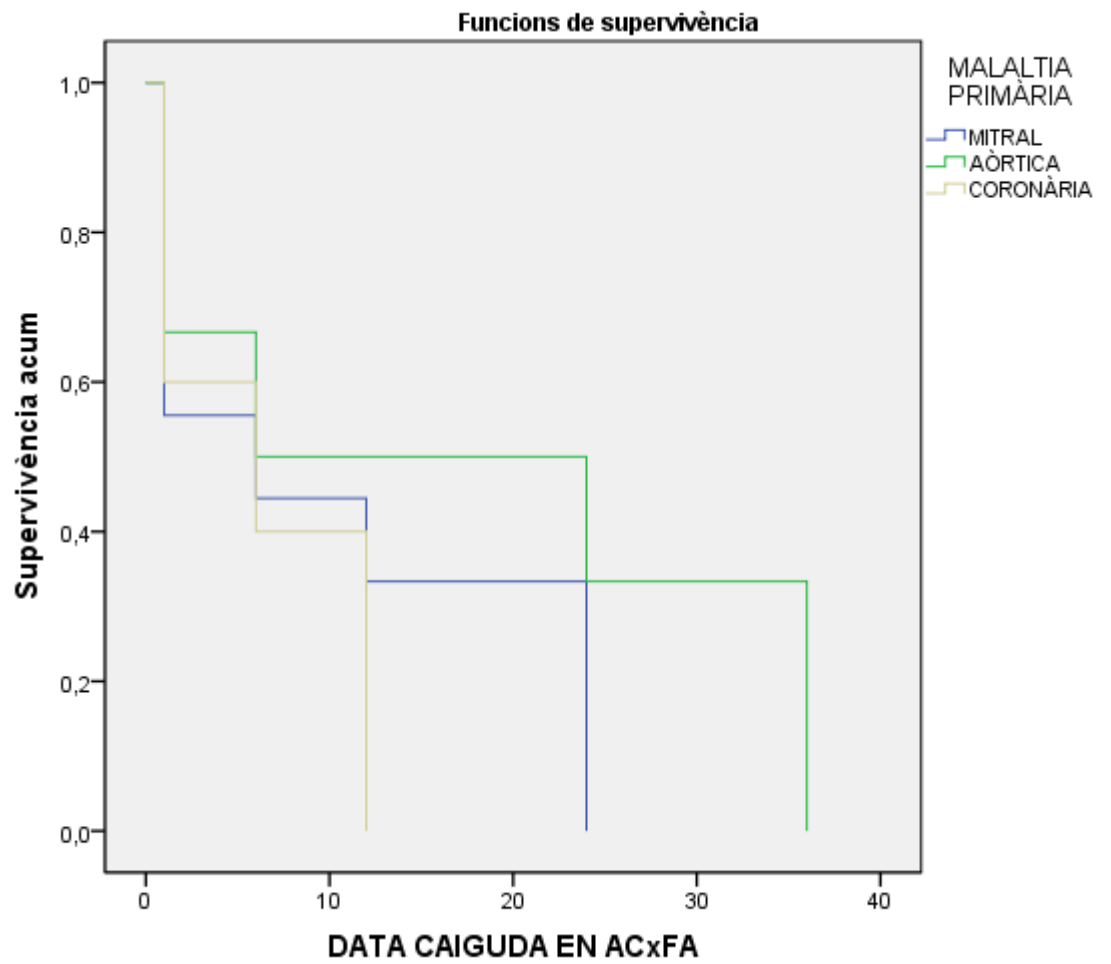
Mediana Euroscore, Log Rank 0,933





Mediana edat, Log Rank 0,984

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**



Malaltia primària, Log Rank 0,250

Finalment, es va fer un estudi de regressió de Cox amb les variables edat, Euroscore, durada de la fibril·lació auricular, grandària de l'aurícula esquerra i tipus de fibril·lació auricular, que es mostra a la Taula 36.

	<b>HR (95% IC)</b>	<b>p</b>
<b>Edat</b>	0,975 (0,860-1,104)	0,687
<b>Euroscore</b>	1,350 (0,726-2,150)	0,342
<b>Durada FA</b>	0,999 (0,993-1,149)	0,811
<b>Grandària AE</b>	0,972 (0,851-1,062)	0,737
<b>Tipus FA</b>	1,042 (0,851-1,062)	0,964

**Taula 36. Relació de les variables amb el manteniment del ritme sinusal al tercer any. Anàlisi de regressió de Cox. NS: no sinusal. S: sinusal.**

Cap de les variables incloses a l'anàlisi de Cox va resultar estadísticament significativa.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

## **DISCUSSIÓ**

## **DISCUSSIÓ**

La fibril·lació auricular és una patologia comuna entre els malalts que s'han de sotmetre a cirurgia cardíaca i s'associa a una més gran morbiditat i mortalitat quirúrgica.<sup>12, 217-219</sup>

El primer intent quirúrgic per fer front a aquest problema es deu a Cox<sup>32</sup> qui va començar els seus treballs l'any 1983. Va dissenyar un tractament quirúrgic amb una alta eficàcia però que tècnicament era difícil, afegia temps extra a la cirurgia i no estava exempt de morbiditat. De fet, la taxa d'èxit que reporta el mateix Cox és de més del 90%. La intervenció es basa en la presència de múltiples circuits de macro-reentrada que s'interrompen amb línies que bloquegen la conducció normal, redirigint l'impuls elèctric cap a un passadís sense sortida.

De manera que d'altres autors, aprofitant el desenvolupament de noves tecnologies i fonts d'energia, van anar adaptant el

procediment original fent-lo cada vegada més senzill i menys invasiu.<sup>220</sup> Fins arribar a un punt en què el tractament es pot aplicar des de l'epicardi, sense necessitat d'obrir les cavitats cardíques i sense afegir temps extra a la intervenció.

En el present treball s'han utilitzat els ultrasons d'alta intensitat com a font energètica.<sup>221, 222</sup> S'han tractat 59 malalts dels quals el 66,1% tenien una fibril·lació auricular crònica. La patologia de base més prevalent va ser la mitral (47,5%).

S'ha de destacar que el procediment d'ablació s'afegeix al procediment quirúrgic que cada malalt necessita per la seva patologia de base. A més a més, no incrementa el temps de la cirurgia, ja que l'ablació es practica mentre el cirurgià prepara el malalt per la circulació extra-corpòria. Així doncs, s'ajusta a un tarannà innovador en la recerca de nous procediments quirúrgics poc invasius.

Globalment, en tots els moments del seguiment hi ha més malalts que mantenen ritme sinusal, concretament a l'any el 65,3% de malalts estan en ritme sinusal, als dos anys el 62,2% i, als tres anys, és el 56,8% de malalts que mantenen el ritme sinusal.

Aquesta és una dada inferior a les que es mostren en les millors sèries publicades fent servir també ultrasons d'alta intensitat com a

### **Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

font d'energia.<sup>221, 222</sup> Al treball de Groh els malalts mantenen ritme sinusal al primer any en un 84,4% de casos. El treball de Ninet fa un seguiment a sis mesos, arribant a mantenir ritme sinusal un 85% de malalts i un 100% quan la fibril·lació auricular és paroxismal. Tanmateix, el resultat del present estudi coincideixen amb les dades obtingudes en altres estudis també publicats utilitzant ultrasons. Així, Schopka reporta un manteniment de ritme sinusal a un any del 62%.<sup>223</sup> Camm et al. publiquen una revisió dels articles més importants publicats a la literatura on es mostra un manteniment del ritme sinusal després de la cirurgia i del procediment d'ablació que oscil·la entre el 60 i el 82%.<sup>224</sup>

### **RESULTATS SEGONS EL TIPUS DE FIBRIL·LACIÓ AURICULAR**

Si analitzem els resultats en funció del tipus de fibril·lació auricular preoperatoria, l'escenari és encara més favorable en el cas dels malalts amb fibril·lació auricular paroxismal. Així al primer mes i a l'any postoperatori, el 82,4% de malalts amb fibril·lació auricular paroxismal mantenen ritme sinusal, als 6 mesos un 76,5%, als dos anys el 75% i als tres anys aquesta xifra arriba a ser del 66,7%.



Pels malalts amb fibril·lació auricular crònica, mantenen ritme sinusal al primer any el 56,3% de malalts, al segon any el 55,2% i, al tercer any, el 51,7%.

Malgrat la diferència només es estadísticament significativa al primer mes, a l'any la diferència és gairebé significativa. I, encara que no ho és ni al segon ni al tercer any, aquesta tècnica d'ablació quirúrgica no es pot negar *a priori* a cap malalt pel fet de presentar una fibril·lació auricular crònica ja que, com a mínim la meitat dels tractats, romandran en ritme sinusal.

A la literatura es mostra també que els resultats són millors en els casos de fibril·lació auricular paroxismal. Al treball de Camm un 47% de malalts amb fibril·lació auricular crònica mantenen ritme sinusal, però fins un 85% de malalts amb fibril·lació auricular paroxismal romanen en ritme sinusal.<sup>33, 138, 225</sup>

El treballs de Davies i de Pizon són els darrers publicats fent servir els ultrasons d'alta intensitat. En el de Davies, en un període de 3 anys, es van intervenir 110 malalts que van ser seguits durant 2 anys. Als dos anys, el 49% de malalts mantienien el ritme sinusal, però segons el tipus de fibril·lació auricular, els malalts amb fibril·lació paroxismal mantienien ritme sinusal fins en un 81% de casos, els

### **Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

malalts amb fibril·lació persistent en un 56% i els malalts amb una fibril·lació auricular permanent en un 18% de casos.<sup>226</sup>

En el treball de Pizon, s'estudien 78 malalts. Als 3 i 6 mesos mantenien ritme sinusal el 66,7% i el 100% dels malalts amb fibril·lació auricular paroxismal, el 100% i el 90% dels malalts amb fibril·lació auricular persistent i el 33,3% i el 56% dels malalts amb fibril·lació auricular permanent. Com a predictors del resultat de l'ablació, Pizon va trobar que els malalts que mantenien ritme sinusal tenien un diàmetre auricular esquerre més petit així com una menor àrea auricular esquerra, sent 50 mm de diàmetre i 29 cm<sup>2</sup> d'àrea els valors de tall, amb una sensibilitat del 76,9%, especificitat del 66,6% i valor predictiu positiu del 83,3%.<sup>227</sup>

### **RESULTATS SEGONS LA PATOLOGIA DE BASE**

Però encara més, si ens fixem en el resultats segons les patologies de base dels malalts, en tots els casos, excepte en els malalts coronaris al finalitzar la cirurgia, sempre és més incident el ritme sinusal quan la fibril·lació auricular és paroxismal.

Així, els malalts mitrals amb fibril·lació auricular paroxismal mantenen ritme sinusal en un 87,5% dels casos als 6 mesos i al primer

any i en un 75% al segon i al tercer any. Tots els malalts amb patologia aòrtica i fibril·lació auricular paroxismal estan en ritme sinusal a l'any i als dos anys del procediment, baixant fins al 66,7% als tres anys. Els malalts coronaris amb fibril·lació auricular paroxismal mantenen ritme sinusal en un 66,7% de casos al primer any postoperatori i en un 60% al segon any contra només un 25% de malalts coronaris amb fibril·lació auricular crònica, tant al primer com al segon any. Al tercer any el 50% de malalts coronaris a cada grup mantenen el ritme sinusal. Aquests resultats estan una mica per sota de les millors sèries publicades en malalts amb patologia coronària, com la de Groh, que reporta un 85% de malalts amb patologia coronària que mantenen ritme sinusal a l'any de seguiment.<sup>228</sup>

Els resultats obtinguts en els malalts coronaris poden tenir una explicació en el fet de no haver escollit un transductor de grandària adequada. A nivell estructural, els malalts coronaris presenten menys canvis anatòmics a nivell de l'aurícula esquerra, comparats amb els malalts mitrals i/o aòrtics. Per tant, necessiten transductors més petits. Però els cirurgians, instintivament i acostumats a fer-ne servir de més grans pels altres tipus de malalts, possiblement han fet servir, en algunes ocasions, transductors més grans dels que els malalts coronaris necessitaven, induint així al possible fracàs de la tècnica.

### **Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

De totes maneres, cap de les diferències trobades en el present estudi, en quant a resultats segons la patologia de base, és estadísticament significativa.

De la mateixa manera que no es pot negar aquesta tècnica a malalts amb fibril·lació auricular crònica, tampoc es pot negar segons el tipus de patologia de base. Fins i tot en els malalts coronaris, que són els que presenten el pitjor resultat final, la meitat dels malalts, independentment del tipus de fibril·lació auricular, romanen en ritme sinusal al tercer any,

Budera et al. han publicat un estudi en el que els resultats només són estadísticament significatius en els malalts amb patologia valvular mitral.<sup>229</sup> En el seu estudi es va fer servir la crio-ablació com a font d'energia. En un subestudi posterior, el seu grup demostra que els malalts amb infart agut de miocardi i un Euroscore més elevat tenen menys probabilitats de mantenir ritme sinusal.<sup>230</sup>

Ad publica un altre estudi en malalts amb patologia valvular mitral i tricuspídia que van rebre un procediment de Maze III o IV, amb una taxa de ritme sinusal als 6, 12 i 24 mesos del 92%, 91% i 86% respectivament.<sup>231</sup>

Hi ha treballs que demostren que els malalts amb patologia valvular mitral i fibril·lació auricular que reben tractament quirúrgic adreçat a la patologia mitral però no a l'arítmia, tenen pitjor pronòstic.<sup>12, 232</sup> Però no només pels malalts amb patologia mitral, també pels malalts amb patologia coronària o valvular aòrtica.<sup>12, 59, 232</sup>

Grigioni va determinar que pels malalts amb insuficiència mitral funcional el risc de desenvolupar fibril·lació auricular és del 15-21% als 5 anys i del 42-54% als 10 anys si es segueix una conducta conservadora.<sup>54</sup>

En una recent metaanàlisi, Phan conclou que afegir un procediment d'ablació a la cirurgia mitral augmenta de manera significativa la taxa de ritme sinusal, sense incrementar les taxes de mortalitat, necessitat de marcapàs definitiu, accident vascular cerebral o trombo-embolisme.<sup>233</sup>

I encara més interessant, Kim demostra que, en malalts que s'intervenien per a cirurgia de reparació mitral, el fet de no afegir el procediment d'ablació als malalts en fibril·lació auricular, augmenta el risc de disfunció mitral durant el seguiment.

Referent a la patologia valvular aòrtica, Yoo estudia 124 malalts intervinguts de recanvi valvular aòrtic i procediment d'ablació

### **Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

concomitant. Conclou que afegir el procediment d'ablació no va augmentar la morbiditat ni mortalitat operatòria; que, durant el seguiment, els malalts als que se'ls hi va oferir una ablació presentaven una grandària de l'aurícula esquerra més petita que els malalts als que no se'ls hi va oferir (46,9 vs 50,4,  $p=0,017$ ) i millor fracció d'ejecció ( $60,6\pm 6,9\%$  vs  $58\pm 6,6\%$ ) malgrat no es va demostrar una disminució significativa de la mortalitat global ni dels efectes adversos majors cardíacs i cerebrals i, finalment, que oferir l'ablació va fer disminuir els requeriments de tractament anticoagulant oral.

### **COMPLICACIONS I MORTALITAT**

Pel que fa a complicacions i mortalitat, les observades són les esperades després d'una intervenció cardíaca de les mateixes característiques però sense el procediment d'ablació.<sup>234</sup> Els resultats d'aquest estudi estan en sintonia amb d'altres treballs en els que es mostra que afegir el procediment d'ablació de la fibril·lació auricular a la cirurgia prevista no incrementa el risc quirúrgic.<sup>5, 235</sup>

Així, després de l'estudi de complicacions i mortalitat podem afirmar que la tècnica resulta segura.

## **TRACTAMENT MÈDIC DESPRÉS DE LA CIRURGIA**

Una qüestió molt important és el tractament mèdic que han continuat rebent aquests malalts. Es podria pensar que un cop fet el procediment d'ablació no caldria medicar-los més temps, sobre tot si s'ha aconseguit mantenir ritme sinusal estable. De totes maneres, cal recordar que tots els malalts inclosos en el present treball tenen una fibril·lació auricular no primària i, per tant, una malaltia cardíaca estructural. Aquesta és una diferència molt important respecte als malalts amb fibril·lació auricular primària, en els que sí es podria intentar mantenir-los sense tractament si conserven el ritme sinusal després del procediment d'ablació.

En el nostre cas, com en d'altres publicats a la literatura, s'ha de tenir present que la decisió de suspendre o canviar la medicació antiarítmica era responsabilitat final dels cardiòlegs tractants.<sup>236</sup> Moltes vegades els cardiòlegs es mostren reticents a canviar la medicació si és un cirurgià cardíac qui ho recomana.

Així, veiem que el percentatge de malalts amb fibril·lació auricular crònica que reben digoxina al primer i al segon any de la intervenció és inferior al 20%. Al tercer any és del 13,8% i, a més a més, pràcticament no es fa servir en el grup de malalts amb fibril·lació auricular paroxismal. Un 26,7% de malalts amb fibril·lació auricular

### **Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

paroxismal i un 10,3% de malalts amb fibril·lació crònica prenen antagonistes del calci al tercer any postoperatori. Crida l'atenció que els  $\beta$ -bloquejants i l'amiodarona es fan servir molt en aquest grup de malalts. Precisament, a l'any postoperatori, un 47,1% de malalts amb fibril·lació auricular paroxismal prenen amiodarona, vorejant la significació estadística ( $p=0,069$ ). Als dos anys, només un 31,3% de malalts amb fibril·lació auricular paroxismal prenen amiodarona. I als tres anys aquesta xifra baixa fins al 20%.

I un 64% de malalts amb fibril·lació auricular paroxismal també prenen  $\beta$ -bloquejants al primer any, un 62,5% al segon any i fins el 66,7% de malalts el prenen als tres anys. Aquests fàrmacs tenen un efecte beneficiós en malalts amb hipertensió arterial, malaltia coronària i infart de miocardi. Curiosament a l'estudi AFFIRM no es va trobar relació entre la presa de  $\beta$ -bloquejants i millor supervivència.<sup>22</sup>

Un treball molt interessant en quant a tractament antiarítmic després d'una ablació (encara que percutània) és el de Dukes.<sup>237</sup> És ben conegut que la recurrència de fibril·lació auricular en aturar la medicació antiarítmica és relativament comuna, entre el 14-80%.<sup>238-240</sup> Però al treball de Dukes el fet d'aturar el tractament antiarítmic no va afectar al resultat de l'ablació percutània. És habitual donar medicació antiarítmica els primers mesos després de l'ablació com a profilaxi de



la recurrència de la fibril·lació auricular, quan és més important la inflamació de l'aurícula esquerra. Ara bé, més enllà de les 6 setmanes post-ablació no s'han trobat diferències en quant a manteniment del ritme sinusal segons es prenen o no fàrmacs antiarítmics.<sup>241</sup>

### ***ANTICOAGULANTS ORALS I TANCAMENT DE L'ORELLETA ESQUERRA***

Menció especial requereix el tractament amb anticoagulants orals. Si hi ha una medicació que ens agradaria poder aturar en aquests malalts és, justament, aquesta pel risc d'hemorràgia que suposa. Pràcticament tots els malalts amb fibril·lació auricular crònica mantenen aquest tractament, excepte a l'any on baixa fins el 69,7% i als dos anys fins als 64,3% (sense que s'hagi trobat una explicació per aquest fet), passant al 72,4% als tres anys. I, pel que fa als malalts amb fibril·lació auricular paroxismal, més del 80% el prenen fins i tot al tercer any de seguiment. És cert que en aquest grup si s'assoleix ritme sinusal estable no caldria continuar aquest tractament però, una vegada més, s'està considerant un grup de malalts amb patologia estructural de base, són portadors de pròtesis valvulars cardíques, alguns de dues, i molts d'ells són portadors de pròtesis mecàniques. Així un 28,6% de malalts amb patologia de la vàlvula aòrtica van rebre una pròtesi mecànica i un 33,3% de malalts amb patologia valvular mitral van rebre una pròtesi mecànica també.

### **Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

L'orelleta esquerra juga un paper molt important en la gènesi de coàguls de sang que poden ser font d'embolisme posteriorment. En estudis que mostren una molt baixa taxa d'embolisme, un punt important és haver tancat aquesta orelleta esquerra. Així, Ad<sup>242</sup> va excloure l'orelleta esquerra en un 98% del seus malalts, reportant una taxa d'embolisme molt baixa, del 1,5% si mantenien ritme sinusal i del 1,7% si no el mantenien. Els malalts que formen part del present treball no van rebre cap actuació sobre l'orelleta esquerra.

D'altra banda, Lee reporta un treball en el que mostra que la recurrència de la fibril·lació auricular és independent de si s'actua o no sobre l'orelleta esquerra. I que tampoc hi havia diferència en la taxa d'accident vascular cerebral entre els dos grups, malgrat el nombre de malalts amb aquesta complicació era baix i això dificultava trobar diferències estadísticament significatives. Tampoc hi havia diferència estadísticament significativa en el sagnat postoperatori entre els dos grups, malgrat en el grup de malalts amb resecció de l'orelleta esquerra la taxa de reoperació per sagnat va ser el doble.

Si en fixem en els malalts que després d'un procediment d'ablació presenten algun esdeveniment neurològic tardà, hi ha prou evidència per suportar que els malalts als que no se'ls hi ha eliminat quirúrgicament l'orelleta esquerra presenten més esdeveniments.<sup>243</sup> Deixar de prendre anticoagulants orals després d'una ablació

necessitaria no només demostrar que els malalts continuen en ritme sinusal, sinó que també seria bo practicar alguna tècnica d'imatge per veure l'activitat auricular esquerra i si l'orelleta ha quedat ben exclosa.

Es recomana continuar el tractament anticoagulant fins el moment del procediment d'ablació. Posteriorment, els malalts amb risc baix l'haurien de continuar com a mínim durant 2 mesos. Els malalts amb un risc CHADS<sub>2</sub> intermedi haurien de continuar el seu tractament anticoagulant com a mínim durant un any. Si el *score* és de com a mínim 2, es recomana que els malalts no aturin el tractament anticoagulant.<sup>244</sup> De fet, després d'un procediment de Maze IV no es recomana suspendre el tractament anticoagulant fins passats 3 mesos, sempre i quan no hi hagi evidència d'arítmia en un estudi electrocardiogràfic de llarga durada i que, per l'estudi ecocardiogràfic, es demostrï una correcta exclusió de l'orelleta esquerra i absència de fum a l'aurícula esquerra.<sup>245</sup>

Madden<sup>246</sup> ja va suggerir fa més de 60 anys que la resecció o l'exclusió de l'orelleta esquerra podria prevenir la recurrència d'embolismes causats per la fibril·lació auricular. Avui en dia es realitza freqüentment però, de vegades, resulta incompleta. A l'estudi LAOOS (Left Atrial Appendage Occlusion Study) el 34% de malalts tenien flux residual a l'orelleta després de l'exclusió quirúrgica.<sup>247</sup>

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

Existeixen dispositius dissenyats per al tancament quirúrgic de l'orelleta esquerra, com l'AtriClip (Atricure, West Chester, OH).<sup>248</sup> L'estudi EXCLUDE (Exclusion of Left Atrial Appendage With AtriClip Device in Patients Undergoing Concomitant Cardiac Surgery) va mostrar que s'assoleix el tancament de l'orelleta en el 95% de casos, malgrat no disposem de dades referents a la prevenció d'accidents vasculars cerebrals en aquests malalts sense rebre anticoagulants orals.<sup>249</sup>

L'orelleta esquerra també es pot excloure des d'un punt de vista percutani. A l'estudi PROTECT-AF (Percutaneous Closure of the Left Atrial Appendage Versus Warfarin Therapy for Prevention of Stroke in Patients With Atrial Fibrillation) s'ha comparat l'eficàcia i la seguretat del dispositiu Watchman amb el tractament anticoagulant clàssic en termes de reducció d'accident vascular cerebral. I, per primera vegada, s'ha demostrat que els resultats són millors amb el dispositiu que amb el tractament amb warfarina.<sup>250</sup> L'eficàcia i seguretat del dispositiu Amplatzer sembla ser similar a la del Watchman. El desavantatge d'aquests dispositius és que han de quedar com un cos estrany a dins de l'orelleta esquerra de forma permanent.

Finalment, per acabar l'apartat de la medicació, només destacar que els malalts amb fibril·lació auricular paroxismal prenen

més antiagregants plaquetaris a la fi de la cirurgia i a l'alta hospitalària, diferència que és estadísticament significativa. Els antiagregants plaquetaris no són equivalents als anticoagulants orals. Cowan ha publicat recentment un treball que mostra que la prevalença de la fibril·lació auricular en atenció primària a Anglaterra és del 1,76% al 2012, és a dir, uns 231.833 malalts.<sup>251</sup> D'aquests, el 57% tenen un *score* CHADS<sub>2</sub> almenys de 2. Però d'aquests, només el 54,7% prenen anticoagulants orals. A més a més, pels malalts més grans de 80 anys només el 47,4% en prenen.

Gallagher reporta que només el 60% dels malalts amb un *score* CHADS<sub>2</sub> al menys de 2 prenen anticoagulants orals al Regne Unit.<sup>252</sup> Per tant, encara molts malalts, sobre tot grans, reben antiagregants plaquetaris per a la prevenció dels accidents vasculars cerebrals embòlics. De l'estudi BAFTA es desprèn que si els malalts grans prenguessin anticoagulants orals en lloc d'antiagregants plaquetaris, es podrien haver evitat més de 3.000 accidents embòlics.<sup>253</sup>

A l'estudi de Kassianos, també fet al Regne Unit, només el 55% dels malalts amb un risc CHADS<sub>2</sub>  $\geq 2$  prenen anticoagulants orals, un 23,9% prenen antiagregants plaquetaris i un 11% no prenen cap tractament trombo-profilàctic. Explica aquesta pobre utilització dels anticoagulants deguts a factors relacionats justament amb aquests

### **Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

fàrmacs, com la intolerància, història d'hemorràgies o també per preferència dels mateixos malalts.<sup>49</sup>

A més a més, els costos d'un accident vascular cerebral són molt elevats. Als Estats Units s'ha avaluat que patir un accident vascular cerebral isquèmic augmenta els costos en 32.900 dòlars el primer any, un sagnat major l'augmenta en 23.414 dòlars i una hemorràgia intra-cerebral l'augmenta en 47.640 dòlars<sup>254</sup>.

La situació no és diferent al nostre país. L'estudi AFABE<sup>255</sup> posa de manifest que fins un 23,5% de malalts amb un *score* CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc  $\geq 2$  no reben tractament anticoagulant oral, així com el 37,5% de malalts amb *score* CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc  $< 2$ . El 86,7% dels malalts tractats van ser monitoritzats a centres d'atenció primària, essent el 38% de malalts fora del rang terapèutic. La mitjana de temps que els malalts estaven dins del rang els darrers 3 mesos va ser de 69,1 $\pm$ 27,9%. El 32,3% de malalts tenien un INR en rang terapèutic menys del 60% del temps. Els motius per no donar tractament anticoagulant van ser: deteriorament cognitiu (15,1%), risc excessiu d'hemorràgia (14,3%) i rebuig/preferència del malalt (13,6%). El risc de no rebre tractament anticoagulant era més gran entre les dones i augmentava amb l'edat de diagnòstic de la fibril·lació auricular.

Winkle conclou que el *score* CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc assigna menys malalts que el *score* CHADS<sub>2</sub> als grups de risc baix i intermedi per trombo-embòlia i augmenta l'assignació de malalts al grup de risc alt. També conclou que afegir el factor de malaltia vascular afecta poc al risc d'embòlia dels malalts.

### **LIMITACIONS**

Si bé en aquest estudi no s'han pogut demostrar resultats estadísticament significatius durant el seguiment, la tendència sembla clarament favorable en aquells malalts amb fibril·lació auricular paroxismal, independentment de la seva patologia de base. Això ens porta a reflexionar quines són les limitacions del propi estudi. En primer lloc una limitació molt important és el baix nombre de malalts inclosos que dificulta, i molt, trobar diferències significatives. A més a més, aquest és un estudi observacional, no es tracta d'un estudi experimental aleatoritzat ja que no es compara amb un grup control, segona limitació.

Una tercera limitació és que el ritme cardíac durant el seguiment només s'ha basat en l'ECG de superfície. Per tant, ni es disposa de dades de monitorització amb Holter ni, evidentment, de monitorització amb dispositius implantables. És a dir, que és possible que la incidència de malalts en ritme sinusal pot estar sobreestimada.

### **Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

Està demostrat que pot haver fins a un 40% de diferència entre detectar un episodi de fibril·lació auricular amb un ECG de superfície o amb un dispositiu implantable.<sup>256, 257</sup> De totes maneres, encara molts treballs fan servir, només, l'ECG de superfície. Edgerton reporta una taxa de fibril·lació auricular en el seguiment dels malalts amb fibril·lació auricular crònica del 56,5%, seguiment fet amb monitorització cardíaca de llarga durada. Si només hagués fet servir l'ECG, aquesta taxa hauria passat a ser del 81,5%.<sup>258</sup>

També hem de considerar que el seguiment ha arribat només als tres anys postoperatoris. Ad publica un estudi de resultats als 5 anys de seguiment i fent servir un Holter per avaluar el ritme cardíac. Als 2 anys el 85% de malalts estaven en ritme sinusal i als 5 anys el 71%, i sense tractament antiarítmic. Els predictors de ritme sinusal van ser una grandària més petita de l'aurícula esquerra, una edat més jove dels malalts i una durada de l'ingrés durant la cirurgia més curta. D'aquests malalts el 64% van romandre en ritme sinusal tots els 5 anys de seguiment. Per contra, l'aparició de fibril·lació auricular va ser més freqüent entre els mesos 18 i 24 de seguiment i als 3 anys del procediment. El 63,5% de malalts estaven lliures d'arítmia als 5 anys.<sup>259</sup>

A la literatura hi ha estudis, com el de Gammie, en els que els malalts no estan d'acord amb una monitorització electrocardiogràfica



després de la cirurgia de crio-Maze.<sup>260</sup> Fins un 25% de malalts només van ser seguits amb un ECG de superfície i, dels malalts seguit amb monitorització de Holter, només un 5,5% estaven en fibril·lació auricular. Els autors conclouen que, d'acord amb aquestes dades, menys del 4% podrien haver siguts catalogats erròniament d'estar en ritme sinusal.

I encara més, els mateixos autors deixen una altra reflexió. I és que quan més llarg és el seguiment, por haver-hi un efecte de biaix ja que els malalts que es mantenen en fibril·lació auricular tenen una mortalitat més alta. Per tant, es podria afavorir les dades de manteniment de ritme sinusal.

També s'ha de tenir en compte que a l'estudi ABACUS es va demostrar que amb els *loop-recorder* hi ha una taxa elevada de falsos positius per a fibril·lació auricular, degut a l'excés de sensat de soroll, batecs auriculars o ventriculars prematurs, excés de sensat de l'ona T i arítmies sinusals.<sup>261</sup>

Particularment interessant resulta el treball de Ziegler.<sup>262</sup> Estudia la prevalença de ritme sinusal entre malalts diagnosticats de fibril·lació auricular permanent, als que se'ls implanta un dispositiu de control de ritme cardíac, com ara un marcapàs o un desfibril·lador. Després d'interrogar els dispositius, es demostra que el 38,2% de dies

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

els van passar totalment en ritme sinusal, 11,8% en una combinació entre ritme sinusal i fibril·lació auricular i només el 50% dels dies els malalts estaven en fibril·lació auricular.

Més del 73% dels malalts passaven com a mínim un dia sencer en ritme sinusal. El 39% de malalts passaven la majoria del temps en ritme sinusal. Un 7% de malalts passaven la majoria del temps en una combinació entre ritme sinusal i fibril·lació auricular. I el 49% el passaven completament en fibril·lació auricular.

Una quarta limitació és que el seguiment no és complet. L'Hospital Universitari Germans Trias i Pujol és un centre de referència terciari que dona servei a malalts força allunyats geogràficament del Barcelonès Nord i del Maresme (la seva zona d'influència), fonamentalment de Girona i de Tarragona. Hi ha malalts que no han volgut continuar desplaçant-se per a les visites de seguiment. I, d'altra banda, dins del grup de malalts perduts al seguiment n'hi ha quatre (66,6%) que són estrangers i que, molt probablement, no resideixen al nostre país de manera habitual i tampoc han vingut a les visites de seguiment.

De totes maneres, les característiques preoperatòries i intraoperatòries d'aquests malalts així com les dels malalts que van ser èxits durant el seguiment van ser comparades amb les dels malalts

que sí van arribar a un seguiment de tres anys. No es va trobar cap diferència estadísticament significativa entre els malalts que no van completar el seguiment amb els que sí que ho van fer.

I, per últim, afegir que la nostra estratègia ha estat la de fer una ablació només al voltant de les venes pulmonars, independentment de la patologia de base i de la necessitat o no d'obrir cavitats cardíques. Per tant, es tracta del procediment d'ablació més senzill que es pot oferir actualment. Hi ha estudis a la literatura que conclouen que l'aïllament exclusiu de les venes pulmonars no és suficient i que s'haurien d'afegir noves línies d'ablació.<sup>2, 234, 235</sup> Assassi publica una metaanàlisi que suporta aquest fet.<sup>263</sup> Afegir noves línies d'ablació a l'aïllament de les venes pulmonars augmenta un 10% la possibilitat de mantenir ritme sinusal, i aquest benefici també es mantindria pels malalts amb fibril·lació auricular paroxismal encara que és més gran en malalts amb fibril·lació auricular crònica.

Gillinov també està d'acord en afirmar que, en malalts amb fibril·lació auricular crònica, és necessari fer un aïllament ampli de les venes pulmonars i afegir línies d'ablació que connectin les venes pulmonars i una altra cap a l'anell mitral.<sup>138</sup> I exclou sempre l'orelleta esquerra.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

Barnett publica un metaanàlisi en el que es comparen 2.260 malalts de 24 estudis de Maze amb lesions biauriculars amb 965 malalts de 13 estudis d'ablació només de l'aurícula esquerra.<sup>264</sup> A un any, els malalts tractats amb lesions biauriculars tenen millors resultats en quan a manteniment del ritme sinusal (89% vs 76%,  $p=0,001$ ).

Soni publica un treball en el que mostra que una ablació esquerra és millor que un aïllament de les venes pulmonars a un any (76% vs 53%,  $p<0,001$ ), però en el seu estudi, afegir una ablació dreta no va millorar el resultat (76 vs 80%,  $p=NS$ ).<sup>265</sup>

Geuzebroek publica un treball que compara el resultat de tres tècniques, una ablació de les venes pulmonars, un procediment de Maze esquerre i un procediment de Maze biauricular. Els malalts en ritme sinusal al darrer seguiment eren el 33%, el 59% i el 60% respectivament.<sup>266</sup> Malgrat els resultats, l'aïllament de les venes pulmonars presenta diversos avantatges per l'autor, i és que és relativament senzill, es pot dur a terme sense necessitat de circulació extra-corpòria, també amb procediments mínimament invasius i amb un temps curt.

En un recent metaanàlisi de Barnett amb 69 estudis també es conclou que els resultats aconseguits són millors amb una tècnica de

Maze complet que quan només és esquerre, encara que s'han d'implantar més marcapassos per disfunció sinusal.<sup>267</sup>

També resulten interessants les conclusions del treball de Pecha.<sup>268</sup> Pels malalts amb fibril·lació auricular paroxismal no hi ha diferències en quant a manteniment de ritme sinusal entre els malalts tractats amb un tècnica de Maze esquerra versus els malalts tractats amb aïllament exclusiu de les venes pulmonars (69,3% vs 64,4%,  $p=0,43$ ). En canvi, pels malalts amb fibril·lació auricular persistent o permanent, els tractats amb un Maze complet tenien millors resultats que els tractats només amb un Maze esquerre (64,9% vs 51,4%,  $p=0,044$ ).

Pel que fa a si és millor aïllar per separat les venes pulmonars o en conjunt en forma de *box-lesion*, Chen va dissenyar un estudi experimental en gossos, tractats amb ultrasons d'alta intensitat i va concloure que els resultats eren millors quan s'havia fet una *box-lesion*.<sup>269</sup>

El grup de Damiano arriba a la mateixa conclusió. Els malalts tractats amb *box-lesion* estan més lliures de fibril·lació auricular (96% vs 86%) i de fàrmacs antiarítmics (79% vs 47%) que els malalts amb aïllament independent de venes pulmonars i una línia de connexió que les uneixi.<sup>270</sup>

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

Bogachev-Prokiphiev estudia 52 malalts amb patologia mitral i fibril·lació auricular paroxismal amb seguiment de 20 mesos i fent servir un *loop-recorder*. Troba que la incidència de paroxismes precoços és significativament més alta en el grup de malalts tractats amb aïllament de les venes pulmonars que en el grup de malalts tractats amb un procediment de Maze esquerra ( $23,6\pm 8,7$  vs  $6,8\pm 2,2$ ,  $p<0,001$ ).<sup>271</sup>

D'altra banda hi ha altres estudis que van a favor de fer servir un procediment d'aïllament de les venes pulmonars fins i tot en malalts amb patologia valvular mitral. Sueda et al. reporten 53 malalts intervinguts per patologia mitral i tractats amb crio-ablació de les venes pulmonars amb un seguiment de 6 anys, amb una taxa de manteniment de ritme sinusal del 70%<sup>272</sup>.

La Societat Canadenca de Cardiologia ha fet un gran esforç i és molt activa en l'estudi de l'ablació de la fibril·lació auricular, també la quirúrgica. Per aquesta Societat l'aïllament exclusiu de les venes pulmonars pot ser suficient pels malalts amb fibril·lació auricular paroxismal que s'hagin d'intervenir per patologia valvular aòrtica i/o coronària. Pels malalts amb patologia mitral, la Societat Canadenca proposaria afegir alguna altra línia d'ablació a l'aïllament de les venes pulmonars.<sup>273</sup> El mateix Gillinov estudia els resultats de

l'ablació quirúrgica amb radiofreqüència o crio-ablació en malalts mitrals amb fibril·lació paroxismal. I conclou que l'aïllament de les venes pulmonars pot ser suficient en aquests malalts, sobre tot, quan la fibril·lació auricular és recent.<sup>274</sup>

Els resultats del present treball també donen suport a l'ablació exclusiva de les venes pulmonars en malalts amb fibril·lació auricular paroxismal amb patologia valvular aòrtica i/o malaltia coronària però, a diferència de les recomanacions canadenques i d'acord amb el treball de Gillinov, també l'estenen a malalts amb patologia valvular mitral. Ara bé, els resultats dels malalts amb una fibril·lació auricular crònica no mostren diferències estadísticament significatives respecte als resultats quan la fibril·lació auricular és paroxismal. Per tant, fins i tot en malalts amb una fibril·lació auricular crònica es podria oferir aquest procediment d'ablació només de les venes pulmonars, independentment de la patologia de base dels malalts.

### **MECANISMES QUE EXPLIQUEN PER QUÈ POT FALLAR L'ABLACIÓ**

És molt possible que els malalts amb fibril·lació auricular crònica presentin canvis anatòmics i estructurals a nivell de l'aurícula esquerra més enllà de les venes pulmonars<sup>275</sup> que *per se* puguin iniciar i mantenir una fibril·lació auricular, independentment de les venes pulmonars, establint-se circuits de macro-reentrada permanents, anul·lant la importància dels focus gallet al voltant de les venes pulmonars.<sup>276</sup>

A més a més, el fenomen de reconexió de les venes pulmonars ha estat descrit després d'una ablació percutània fent servir radiofreqüència com a font d'energia.<sup>277</sup> El lloc on més freqüentment trobem reconexió és a nivell de la cresta entre les venes pulmonars i l'orelleta esquerra.<sup>278-281</sup> Això pot ser degut a què el gruix auricular en aquest nivell és més gran. D'altra banda, tant l'aïllament de les venes pulmonars com el procediment de Maze clàssic el que fan és denervar parcialment les aurícules i, de fet, la denervació parcial també pot ser pro-aritmogènica a l'augmentar la falta d'homogeneïtat dels períodes refractaris.<sup>282</sup> Si aquest punt es confirma en el futur, s'hauran d'afegir noves línies d'ablació per denervar de manera completa les aurícules, fins i tot, s'hauran d'ablacionar els plexes nerviosos auriculars<sup>283</sup>.



També hi ha estudis que suggereixen que després d'un procediment de Maze clàssic la reinnervació és possible passat un temps.<sup>284, 285</sup>

De totes maneres, l'ablació dels plexes nerviosos no és un procediment molt emprat arreu degut a la seva complexitat, necessitat d'afegir temps al procediment quirúrgic per fer l'estudi electrofisiològic i a les variants anatòmiques que podem trobar en els diferents malalts.<sup>286</sup>

De fet, els malalts que reben un trasplantament de cor, per la mateixa tècnica del trasplantament, estan rebent un aïllament de les venes pulmonars. Noheria publica un treball molt interessant en el que mostra que els malalts trasplantats tenen millors resultats que els que reben un procediment de Maze en quant a risc de fibril·lació postoperatòria, tot indicant que la innervació autonòmica del cor juga algun paper en la gènesi de la fibril·lació auricular.<sup>287, 288</sup>

A més a més, aquesta reinnervació pot ser no homogènia i resultar ser un substrat aritmogènic *per se*.<sup>289</sup> I, també hi ha estudis en un model caní que conclouen que, després de l'ablació dels plexes ganglionars, augmenta el període refractari efectiu i la possibilitat de fibril·lació auricular.<sup>290</sup>

### **Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

Nombrosos treballs han estudiat el fenomen de la recurrència de la fibril·lació després d'una ablació percutània. Quan la recurrència és precoç (entre els 3 i els 12 mesos), és deguda a la reconexió d'almenys una vena pulmonar i tornar-la a ablacionar és el tractament a seguir.<sup>291-294</sup> Quan la recurrència és tardana (més enllà del primer any) el mecanisme no queda tan clar.<sup>295</sup>

En malalts amb fibril·lació auricular paroxismal, la cirurgia de Maze clàssica no incrementa la contractilitat auricular<sup>296</sup> i, als 56 mesos del procediment, tant els diàmetres sistòlics com diastòlics d'ambdues aurícules augmenten progressivament.<sup>297</sup> La contractilitat auricular sí que millora, però, en els malalts amb fibril·lació auricular crònica que aconsegueixen passar a ritme sinusal. No es coneix cap motiu per aquest fet. Hi han treballs que defensen que reduir la grandària de l'orelleta esquerra durant la cirurgia afavoreix la geometria i la funció mecànica.<sup>298</sup> No fer-ho no milloraria la geometria ni la funció malgrat aconseguir-se ritme sinusal. I aquest efecte positiu seria encara més important en malalts amb fibril·lació auricular crònica i amb aurícules esquerres dilatades.

Nosaltres hem fet servir els ultrasons d'alta intensitat com a font d'energia. McCarthy ha estudiat específicament perquè fracassen els ultrasons. En el seu estudi un 37,5% de malalts tractats amb ultrasons i que no van assolir ritme sinusal van ser tractats amb un nou

procediment d'ablació, però percutània. Durant l'estudi electrofisiològic es va trobar que el 100% de fracassos eren deguts a la línia que encerclava les venes pulmonars. En alguns malalts també s'observava que fracassaven per circuits de macro-reentrada a nivell de l'aurícula dreta.<sup>299</sup> La RNM en tres dimensions pot ser una eina molt útil per identificar la presència de línies d'ablació incompletes.<sup>300</sup>

Ara bé, un tema que no admet discussió és la transmuralitat de les lesions que fan els ultrasons d'alta intensitat. Així, Vanelli estudia espècimens cardíacs de dos malalts intervinguts i tractats amb HIFU que van morir per diferents causes. Vanelli va observar que les lesions eren transmural i visibles a la paret auricular, no es veien miòcits i existia una transició gradual des del teixit normal cap a la fibrosi; i que l'artèria circumflexa estava oberta i sense cap signe d'estenosi.<sup>301</sup> Tant amb les microones<sup>302</sup> com amb la crio-ablació<sup>303</sup> s'han descrit danys provocats a les artèries coronàries.

Villamizar demostra que una única aplicació d'ultrasons amb l'UltraCinch provoca en el 100% de casos una lesió transmural a les aurícules de vedells de fins a 6 mm de gruix.<sup>304</sup> El mateix autor estudia el gruix de les aurícules humanes amb una mitjana de 3,7 mm (1,2-6 mm). Aquests resultats són similars als d'altres autors, com Cabrera, que reporta un gruix auricular mitjà de 2,8 mm $\pm$ 1,1mm (1,5-4,2)<sup>305</sup>, Ho que reporta un gruix mitjà de 3,7 $\pm$ 0,6 mm (2,9-4,5)<sup>155</sup> i

### **Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

Sanchez-Quintana, qui reporta un gruix mitjà de  $6,5 \pm 2,5$  mm (2,8-12 mm).<sup>306</sup> Villamizar també refereix que un dels avantatges del tractament amb Epicor és que no cal dissecar el greix de l'epicardi per fer que l'ablació sigui transmural. I també dóna una explicació de per què poden fallar. Donat que cada cel·la de l'UltraCinch mesura entre 1 i 1,5 cm, si es fa servir un UltraCinch més gran del que cal és fàcil que quedin bretxes entre l'epicardi i la superfície de la cel·la. D'altra banda, fer servir un més petit del que cal podria inhibir el flux de sèrum salí fred i alterar així la integritat del cicle de l'ablació. Per tant, per Villamizar és molt important fer servir l'UltraCinch de la grandària correcta.

Els resultats de McCarthy poden ser explicats pel treball de Pozzoli.<sup>307</sup> Aquest autor estudia 10 malalts intervinguts de malaltia mitral i tractats també amb HIFU. Els hi deixa uns cables epicàrdics per estudiar si existeix realment un aïllament de les venes pulmonars. I el que troba és que no pot demostrar un aïllament elèctric de les venes pulmonars fins passades 3 setmanes, malgrat tots els malalts mantenen ritme sinusal a l'any de la intervenció.

També s'han estudiat els mecanismes pels que poden fallar els procediments que utilitzen altres fonts d'energia, concretament la radiofreqüència. Kurfirst publica un treball amb 32 malalts que van rebre un procediment d'ablació quirúrgica amb radiofreqüència i que,

posteriorment, passats 3 mesos es sotmetien a un estudi electrofisiològic. Es va demostrar que només en un 87% de malalts s'havia aconseguit aïllar les venes pulmonar dretes i només en un 77% les esquerres. Només en un 33% de casos es va demostrar que les línies d'ablació del sostre auricular eren efectives, així com en un 60% de les línies d'ablació inferiors.<sup>308</sup> En aquests casos s'aprofitava el procediment percutani per aconseguir un bloqueig bidireccional en el 100% del casos.

Particularment interessant resulta el treball de Chen, un estudi de cohorts en 233 malalts amb afectació de la vàlvula mitral que requerien cirurgia i van rebre, també, una ablació per radiofreqüència.<sup>309</sup> En aquest estudi, Chen s'interessa pels marcadors d'inflamació. Així, els nivells preoperatoris de proteïna C-reactiva eren significativament més baixos en els malalts que van passar a ritme sinusal que en els que van mantenir la fibril·lació auricular després del procediment. Però no va trobar cap diferència en els nivells preoperatoris de IL-6 i TNF- $\alpha$ . Tampoc va trobar diferències en els nivells postoperatoris de cap d'aquests marcadors. També s'ha vist que els malalts amb nivells basals més elevats de proteïna C-reactiva presenten més risc de recurrència de fibril·lació auricular després de la cardioversió elèctrica i de l'ablació per catèter.<sup>310, 311</sup>

### **Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

Al treball de Chen, l'àrea auricular esquerra, el diàmetre auricular esquerre i l'àrea auricular dreta eren significativament més petits en el grup de malalts que van passar a ritme sinusal. A l'estudi multivariat, el nivell preoperatori de proteïna C-reactiva no va resultar significatiu, però sí que ho van ser la durada de la fibril·lació auricular i les grandàries auriculars esquerra i dreta. Així, els malalts amb una àrea auricular esquerra de més de 37,5 cm<sup>2</sup> tenien més risc de no passar a ritme sinusal i, cap malalt amb una àrea més petita de 33,5 cm<sup>2</sup> va presentar fibril·lació auricular postoperatòria. Els malalts amb un diàmetre auricular esquerre més gran de 51,5 mm també van presentar pitjors resultats. Ji Hyun Yoon també demostra que la funció auricular esquerra mesurada per ecocardiografia-Doppler és un factor independent de recurrència de la fibril·lació auricular paroxismal.<sup>312</sup>

Respecte a la grandària auricular esquerra, Ad demostra, en un estudi amb 373 malalts, que la probabilitat de fracàs de l'ablació al primer any és un 43% més gran per cada increment de 1 cm en la grandària auricular esquerra. I que la probabilitat de fracàs a 1 any sense fàrmacs antiarítmics és un 30% més gran per cada increment en 1 cm de la grandària auricular esquerra. De fet, el punt de tall per establir l'èxit o el fracàs de l'ablació és de 6 cm de grandària auricular esquerra.

Un dels resultats de l'estudi CURE-AF és que quan més gran és la grandària auricular esquerra, més probabilitats que fracassi el tractament d'ablació quirúrgica. Més encara, l'anàlisi de regressió logística multivariada va mostrar que l'únic predictor de fibril·lació auricular després de la cirurgia era el diàmetre de l'aurícula esquerra. I, malgrat la diferència no va ser estadísticament significativa, el 69% dels malalts amb diàmetre auricular entre 3 i 4,5 cm no van presentar arítmies durant el seguiment (Holter), i només el 36% dels malalts amb diàmetre auricular més gran de 6 cm estaven lliures d'arítmies durant el seguiment ( $p=0,22$ ).

També el treball de Pecha demostra que una grandària de l'aurícula esquerra més gran de 6 cm és un factor predictor independent negatiu de l'èxit de l'ablació quirúrgica.<sup>268</sup> De la mateixa manera, la grandària de l'aurícula esquerra i de les venes pulmonars, el tipus de fibril·lació auricular i la durada de la mateixa (més de 10 anys) també són factors independents per recurrència de la fibril·lació auricular després d'una ablació per catèter.<sup>313</sup>

En el present treball, els resultats de l'estudi univariant mostren que el manteniment del ritme sinusal al tercer any s'associa a un Euroscore més baix, a una edat més jove, a menys durada de la fibril·lació auricular, a una millor fracció d'ejecció i a una grandària

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

de l'aurícula esquerra més petita, tot i que les diferències no van assolir una significació estadística.

D'altra banda, ni a l'estudi multivariant de regressió logística ni a l'estudi de regressió de Cox, no es va trobar cap variable relacionada de manera significativa amb el manteniment del ritme sinusal al tercer any.

Chen conclou que un tractament antiinflamatori posterior al procediment d'ablació no té sentit. L'ús rutinari d'estatines, inhibidors de l'enzim convertidor de l'angiotensina o bloquejants dels receptors de l'angiotensina tampoc milloren els resultats de l'ablació per catèter.

Hi ha estudis que apunten un efecte beneficiós dels inhibidors de l'enzim convertidor de l'angiotensina en la prevenció primària de la fibril·lació auricular. Però per la prevenció secundària aquest efecte no ha sigut demostrat.<sup>314, 315</sup> L'eplerenona sembla millorar significativament el manteniment de ritme sinusal després d'una ablació per catèter i amb radiofreqüència.<sup>316</sup>

D'altra banda, s'ha estudiat la relació entre el peptid natriurètic B i el resultat de l'ablació amb radiofreqüència per catèter. Els nivells



basals de NT-proBNP però no els de NT-proANP són un factor predictor de recurrència de fibril·lació auricular.

Al treball de Pizon es va observar que els nivells de pèptid natriuretic auricular (PNA) eren més elevats en els malalts en fibril·lació auricular, sobre tot del tipus permanent ( $9,22 \pm 4$  vs  $5,04 \pm 3,6$   $p < 0,001$ ). Malgrat la diferència no va arribar a ser significativa, els malalts que mantien ritme sinusal al 6 mesos tenien nivells de PNA més elevats tant en preoperatori com durant el seguiment, comparats amb els malalts que mantien fibril·lació auricular. També es va veure que, pels malalts amb fibril·lació auricular permanent, els nivells preoperatoris de PNA eren més elevats en els malalts que mantien ritme sinusal al 6 mesos comparats amb els malalts que mantien fibril·lació auricular ( $9,95 [7,53 \pm 14,02]$  vs  $6,86 [5,68 \pm 8,06]$ ,  $p = 0,009$ ).<sup>227</sup> Així doncs, es suggereix que els nivells plasmàtics de PNA poden ser un predictor bioquímic no invasiu d'èxit després de l'ablació amb ultrasons d'alta intensitat. I que aquests nivells plasmàtics de PNA preoperatoris són més útils que el diàmetre auricular esquerre o l'àrea auricular esquerra a l'hora de predir el resultat de l'ablació en el grup de malalts amb fibril·lació auricular permanent. De fet, Yoshihara preconitza la preservació de l'orelleta auricular dreta ja que així no és tan important la davallada dels nivells de PNA durant el postoperatori, el que tindria un impacte positiu en el manteniment del ritme sinusal.<sup>317</sup>

### **MIRANT CAP AL FUTUR**

Una darrera qüestió que ens podem plantejar és si el ritme sinusal que podem assolir després d'un procediment d'ablació és equivalent al ritme sinusal "natural", és a dir, aquests malalts en comporten igual en termes de supervivència i d'accident vascular cerebral un cop intervinguts que la població que sempre es manté en ritme sinusal?

S'ha publicat un article que intenta respondre a aquesta pregunta. Es tracta d'un treball de Beukema<sup>318</sup> en el que s'estudien 258 malalts intervinguts per la seva malaltia cardíaca de base i que reben una ablació amb radiofreqüència per la seva fibril·lació auricular permanent. La resposta és que mantenir el ritme sinusal després de la intervenció no es correspon a una reducció ni de la mortalitat ni d'aparició d'accident vascular cerebral. Però això no vol dir que no s'ofereixin els procediments d'ablació als malalts, més aviat al contrari, necessitem estudis amb un més gran nombre de malalts i seguits durant més temps per arribar a conclusions vàlides. La majoria dels malalts quirúrgics tenen un excel·lent pronòstic postoperatori, de manera que serà difícil provar que l'ablació afegeix un benefici en termes de mortalitat.

Com a mínim, sabem que un procediment d'ablació de Maze clàssic o fent servir ultrasons d'alta intensitat associat a una cirurgia coronària o valvular és cost-efectiu<sup>319</sup>. En aquest treball de Lamotte també ho és una ablació percutània, però és un procediment més costós i menys efectiu.

Què ens portarà el futur? Bàsicament, noves tecnologies que permetran tractar els malalts però oferint-los procediments menys invasius i, potser, també amb menys complicacions. La cirurgia robòtica ja no és ciència-ficció sinó una realitat ben establerta, com queda clar en el treballs de Cheema o de Gerosa.<sup>320, 321</sup> Cheema tracta els seus malalts amb una tècnica robòtica sense necessitat d'aturar el cor i amb crio-ablació com a font d'energia. Reporta que els seus malalts es recuperen abans que els malalts tractats de manera convencional, sense obviar un avantatge cosmètic que pot ser important per alguns malalts concrets. De totes maneres, el més important de la seva contribució és el fet de no haver de manipular l'aorta ascendent durant el procediment i no haver d'aturar el cor i que, malgrat es tracta d'un procediment endoscòpic, es pot oferir un procediment d'ablació complet de l'orelleta esquerra. Massimiano també reporta que opera els seus malalts mitrals amb el cor en fibril·lació ventricular sense necessitat tampoc de manipular l'aorta ascendent<sup>322</sup>.

### **Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

I, encara millor, podrem oferir procediments híbrids als nostres malalts, que necessitaran que cardiólegs i cirurgians treballin junts<sup>323, 324</sup>. El que es tractaria és combinar, en un sol procediment, una ablació epicàrdica quirúrgica mínimament invasiva i una ablació percutània endocàrdica, aprofitant el bo i millor d'ambdues. Els cirurgians crearien les línies d'ablació i els cardiólegs les avaluarien i completarien quan fos necessari, per exemple, quan una línia no fos transmural o quan les venes pulmonars no fossin completament aïllades. Aquest concepte de procediment híbrid va ser proposat per Pak<sup>325</sup>, però altres autors han descrit ja els seus resultats<sup>31, 326-328</sup>.

Els avantatges dels procediments híbrids són, doncs, els següents: possibilitat de demostrar bloqueig de conducció, possibilitat d'identificar interrupcions de la transmuralitat de les lesions, minimitzar el dany quirúrgic d'estructures de difícil accés, eliminació del dany al nervi frènic i a l'esòfag, reducció del risc de taponament cardíac i reducció del risc d'embolisme en relació a l'ús dels catèters d'ablació.

Al treball de Gaita<sup>329</sup> s'avaluen 33 malalts amb fibril·lació auricular tractats amb crio-ablació quirúrgica de les venes pulmonars seguida d'estudi electrofisiològic i ablació per radiofreqüència quan era necessari. Així el 58% de malalts van mostrar una ablació quirúrgica completa. Després de l'estudi electrofisiològic i ablació per

radiofreqüència, el percentatge de malalts en ritme sinusal augmenta fins el 79%. Als 10 anys de seguiment, el 81% de malalts amb ablació completa mantenien ritme sinusal, per un 43% de malalts amb ablació incompleta.

Garcia publica un treball fet amb 30 malalts tractats amb ultrasons d'alta intensitat als que, passats 6 mesos del procediment quirúrgic, eren sotmesos a un estudi electrofisiològic i ablació percutània si calia. De les seves dades es desprèn que només el 38% de malalts mostraven un aïllament complet o pràcticament complet de les venes pulmonars durant l'estudi electrofisiològic i que quedaven lliures de arítmies el 64% dels malalts amb fibril·lació paroxismal i el 56% dels malalts amb fibril·lació persistent. Sis mesos després de l'ablació percutània el 90% de malalts amb fibril·lació auricular paroxismal estaven en ritme sinusal així com el 73% dels malalts amb fibril·lació persistent.<sup>330</sup>

Malgrat cardiólegs i cirurgians han de treballar plegats, particularment interessant resulta l'estudi FAST. Es tracta del primer estudi randomitzat per comparar el resultat de l'ablació per catèter i d'un procediment quirúrgic mínimament invasiu, en malalts en els que ja havia fracassat un primer procediment d'ablació per catèter o que tenien hipertensió arterial o dilatació auricular.<sup>142</sup> El procediment quirúrgic va consistir en una ablació de les venes pulmonars amb

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

radiofreqüència bipolar per un dels hospitals participants, mentre que l'altre hospital va emprar una ablació de venes pulmonars amb radiofreqüència monopolar i una línia d'ablació cap a l'anell mitral quan la fibril·lació auricular era persistent.

Els resultats de l'estudi FAST mostren una diferència significativa en eficàcia entre els dos grups d'ablació, quirúrgic i per catèter. Així, el grup d'ablació per catèter mostrava un 36,5% de malalts sense arítmia i el grup quirúrgic un 65,6% a un any ( $p=0,0022$ ). Quan, a més a més, es valorava el resultat independentment del tractament mèdic dels malalts, els resultats eren del 42,9% i del 78,7% respectivament ( $p<0,0001$ ).

Aquestes diferències eren més evidents en malalts amb fibril·lació auricular paroxismal (35,1% vs 68,9%), encara que no estadísticament significatives en malalts amb fibril·lació auricular persistent (36% vs 56%). També resulta interessant que en aquest estudi no es va trobar cap diferència entre els malalts quirúrgics que van rebre la línia d'ablació mitral respecte als que només van rebre una ablació de les venes pulmonars.

També Gu ha comparat els resultats de l'ablació per catèter amb l'ablació quirúrgica al primer any, essent favorables als malalts tractats quirúrgicament.<sup>331, 332</sup>

Els resultats de l'estudi FAST estan en sintonia amb els d'altres treballs que mostren que la taxa d'èxit d'una ablació percutània és baixa, fins i tot, després de procediments d'ablació repetitius.<sup>333</sup>

A l'estudi SARA<sup>334</sup> es va comparar l'efecte de l'ablació percutània amb catèter versus el tractament amb fàrmacs antiarítmics. Als 12 mesos estaven lliures de fibril·lació auricular el 70,4% dels malalts tractats amb catèter i el 42,7% dels malalts tractats amb fàrmacs ( $p=0,002$ ). Malgrat la majoria de malalts tractats amb catèter van rebre una ablació antral de les venes pulmonars, els autors expliquen els bons resultats per una adequada selecció dels malalts, excloent-se malalts amb fibril·lació auricular permanent, amb càrdio-miopaties severes o amb un remodelat auricular avançat.

Kearney,<sup>335</sup> en un recent metaanàlisi, conclou que hi ha 7 estudis que, reportant estar lliures de fibril·lació auricular, demostren una eficàcia més gran de l'ablació quirúrgica comparada amb la percutània a 6 mesos (73% vs 61%,  $p=0,01$ ), 12 mesos (74% vs 43%,  $p<0,00001$ ), i al final del seguiment (74% vs 59%,  $p<0,00001$ ). Pel que fa a subgrups, 2 estudis mostren resultats per comparar el malalts amb fibril·lació paroxismal i els malalts amb fibril·lació persistent. El grup de malalts amb fibril·lació paroxismal tractats quirúrgicament presentava millors resultats que el tractats percutàniament (77% vs

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

67%,  $p=0,05$ ). I malgrat la diferència no va ser estadísticament significativa, també ho eren pels malalts amb fibril·lació persistent (74% vs 55%,  $p=0,06$ ).

El que sembla clar és que una ablació percutània prèvia no afecta als resultats d'una posterior ablació quirúrgica. Així, Okada reporta un estudi amb 129 malalts tractats amb un procediment exclusiu de Maze. D'aquests malalts, 61 havien estat sotmesos a una ablació percutània prèvia. Els resultats del Maze IV no es van veure afectats pel fet de l'ablació percutània prèvia, amb una taxa d'èxit del 80-90% als 12 mesos.<sup>336</sup>

De la mateixa manera, Pokushalov<sup>337</sup> estudia a 64 malalts amb ablació percutània fallida que són randomitzats a ablació quirúrgica versus nova ablació percutània. L'ablació quirúrgica va ser superior a la percutània tant pels malalts amb fibril·lació auricular paroxismal com persistent. A la fi del seguiment, el 81% dels malalts tractats quirúrgicament mantenien ritme sinusal, i només el 47% del tractats percutàniament ho feien. Aquests resultats s'explicarien perquè amb la cirurgia s'assolirien lesions més extenses a la paret posterior de l'aurícula esquerra, així com per l'ablació dels plexes ganglionars.<sup>338</sup>



## **CONCLUSIONS**

### **CONCLUSIONS**

1. L'efectivitat de l'ablació epicàrdica de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per mantenir el ritme sinusal és del 65,3% al primer any postoperatori, del 62,2% al segon any postoperatori i del 56,8% al tercer any postoperatori.
2. L'efectivitat d'aquesta tècnica és més gran en els malalts amb fibril·lació auricular paroxismal. Al primer mes és del 82,4% en els malalts amb una fibril·lació auricular paroxismal i del 41,7% en els malalts amb fibril·lació auricular crònica. (p=0,005). Al primer any postoperatori és del 82,4% en els malalts amb una fibril·lació auricular paroxismal i del 56,3% en els malalts amb una fibril·lació auricular crònica (p=0,068). Al segon any postoperatori és del 75% pels malalts amb una fibril·lació paroxismal i del 55,2% pels malalts amb una fibril·lació crònica (p=0,189). I al tercer any és del 66,7% pels

malalts amb una fibril·lació auricular paroxismal i del 51,7% pels malalts amb una fibril·lació auricular crònica ( $p=0,343$ ).

3. Segons la patologia cardíaca de base, pels malalts amb fibril·lació auricular paroxismal, al tercer any manté el ritme sinusal el 75% dels malalts amb afectació mitral, el 66,7% dels malalts amb afectació aòrtica i el 50% dels malalts amb patologia coronària.

4. Segons la patologia cardíaca de base, pels malalts amb fibril·lació auricular crònica, al tercer any manté el ritme sinusal el 57,1% dels malalts amb afectació mitral, el 37,5% dels malalts amb afectació aòrtica i el 50% dels malalts amb patologia coronària.

5. És una tècnica segura. Les complicacions i mortalitat observades estan en relació a la intervenció quirúrgica i no al procediment d'ablació *per se*.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

## **BIBLIOGRAFIA**

**BIBLIOGRAFIA**

- (1) Lloyd-Jones D, Adams RJ, Brown TM et al. Heart disease and stroke statistics--2010 update: a report from the American Heart Association. *Circulation* 2010 February 23;121(7):948-54.
- (2) Jovin A, Oprea DA, Jovin IS, Hashim SW, Clancy JF. Atrial fibrillation and mitral valve repair. *Pacing Clin Electrophysiol* 2008 August;31(8):1057-63.
- (3) Falk RH. Atrial fibrillation. *N Engl J Med* 2001 April 5;344(14):1067-78.
- (4) Camm AJ, Kirchhof P, Lip GY et al. Guidelines for the management of atrial fibrillation: the Task Force for the Management of Atrial Fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2010 October;31(19):2369-429.
- (5) Ad N, Henry L, Hunt S, Holmes SD. Do we increase the operative risk by adding the Cox Maze III procedure to aortic valve replacement and coronary artery bypass surgery? *J Thorac Cardiovasc Surg* 2012 April;143(4):936-44.
- (6) Jabre P, Jouven X, Adnet F et al. Atrial fibrillation and death after myocardial infarction: a community study. *Circulation* 2011 May 17;123(19):2094-100.
- (7) Lau DH, Alasady M, Brooks AG, Sanders P. New-onset atrial fibrillation and acute coronary syndrome. *Expert Rev Cardiovasc Ther* 2010 July;8(7):941-8.
- (8) Kannel WB, Abbott RD, Savage DD, McNamara PM. Coronary heart disease and atrial fibrillation: the Framingham Study. *Am Heart J* 1983 August;106(2):389-96.
- (9) Lubitz SA, Magnani JW, Ellinor PT, Benjamin EJ. Atrial fibrillation and death after myocardial infarction: risk marker or causal mediator?. *Circulation* 2011 May 17;123(19):2063-5.

- (10) Krahn AD, Manfreda J, Tate RB, Mathewson FA, Cuddy TE. The natural history of atrial fibrillation: incidence, risk factors, and prognosis in the Manitoba Follow-Up Study. *Am J Med* 1995 May;98(5):476-84.
- (11) Psaty BM, Manolio TA, Kuller LH et al. Incidence of and risk factors for atrial fibrillation in older adults. *Circulation* 1997 October 7;96(7):2455-61.
- (12) Ngaage DL, Schaff HV, Barnes SA et al. Prognostic implications of preoperative atrial fibrillation in patients undergoing aortic valve replacement: is there an argument for concomitant arrhythmia surgery? *Ann Thorac Surg* 2006 October;82(4):1392-9.
- (13) Kalavrouziotis D, Buth KJ, Vyas T, Ali IS. Preoperative atrial fibrillation decreases event-free survival following cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2009 August;36(2):293-9.
- (14) Quader MA, McCarthy PM, Gillinov AM et al. Does preoperative atrial fibrillation reduce survival after coronary artery bypass grafting?. *Ann Thorac Surg* 2004 May;77(5):1514-22.
- (15) Banach M, Mariscalco G, Ugurlucan M, Mikhailidis DP, Barylski M, Rysz J. The significance of preoperative atrial fibrillation in patients undergoing cardiac surgery: preoperative atrial fibrillation--still underestimated opponent. *Europace* 2008 November;10(11):1266-70.
- (16) Orszulak TA, Schaff HV, Pluth JR et al. The risk of stroke in the early postoperative period following mitral valve replacement. *Eur J Cardiothorac Surg* 1995;9(11):615-9.
- (17) Raine D, Dark J, Bourke JP. Effect of mitral valve repair/replacement surgery on atrial arrhythmia behavior. *J Heart Valve Dis* 2004 July;13(4):615-21.
- (18) Gammie JS, Haddad M, Milford-Beland S et al. Atrial fibrillation correction surgery: lessons from the Society of

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

- Thoracic Surgeons National Cardiac Database. *Ann Thorac Surg* 2008 March;85(3):909-14.
- (19) Moe GK, Rheinboldt WC, Abildskov JA. A computer model of atrial fibrillation. *Am Heart J* 1964 February;67:200-20.
- (20) Haissaguerre M, Marcus FI, Fischer B, Clementy J. Radiofrequency catheter ablation in unusual mechanisms of atrial fibrillation: report of three cases. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1994 September;5(9):743-51.
- (21) Corley SD, Epstein AE, DiMarco JP et al. Relationships between sinus rhythm, treatment, and survival in the Atrial Fibrillation Follow-Up Investigation of Rhythm Management (AFFIRM) Study. *Circulation* 2004 March 30;109(12):1509-13.
- (22) Corley SD, Epstein AE, DiMarco JP et al. Relationships between sinus rhythm, treatment, and survival in the Atrial Fibrillation Follow-Up Investigation of Rhythm Management (AFFIRM) Study. *Circulation* 2004 March 30;109(12):1509-13.
- (23) Rathore SS, Curtis JP, Wang Y, Bristow MR, Krumholz HM. Association of serum digoxin concentration and outcomes in patients with heart failure. *JAMA* 2003 February 19;289(7):871-8.
- (24) Pedersen OD, Bagger H, Keller N, Marchant B, Kober L, Torp-Pedersen C. Efficacy of dofetilide in the treatment of atrial fibrillation-flutter in patients with reduced left ventricular function: a Danish investigations of arrhythmia and mortality on dofetilide (diamond) substudy. *Circulation* 2001 July 17;104(3):292-6.
- (25) Echt DS, Liebson PR, Mitchell LB et al. Mortality and morbidity in patients receiving encainide, flecainide, or placebo. The Cardiac Arrhythmia Suppression Trial. *N Engl J Med* 1991 March 21;324(12):781-8.



- (26) Effect of the antiarrhythmic agent moricizine on survival after myocardial infarction. The Cardiac Arrhythmia Suppression Trial II Investigators. 1992 July 23.
- (27) Epstein AE, Bigger JT, Jr., Wyse DG, Romhilt DW, Reynolds-Haertle RA, Hallstrom AP. Events in the Cardiac Arrhythmia Suppression Trial (CAST): mortality in the entire population enrolled. *J Am Coll Cardiol* 1991 July;18(1):14-9.
- (28) Calkins H, Brugada J, Packer DL et al. HRS/EHRA/ECAS expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation: recommendations for personnel, policy, procedures and follow-up. A report of the Heart Rhythm Society (HRS) Task Force on Catheter and Surgical Ablation of Atrial Fibrillation developed in partnership with the European Heart Rhythm Association (EHRA) and the European Cardiac Arrhythmia Society (ECAS); in collaboration with the American College of Cardiology (ACC), American Heart Association (AHA), and the Society of Thoracic Surgeons (STS). Endorsed and approved by the governing bodies of the American College of Cardiology, the American Heart Association, the European Cardiac Arrhythmia Society, the European Heart Rhythm Association, the Society of Thoracic Surgeons, and the Heart Rhythm Society. *Europace* 2007 June;9(6):335-79.
- (29) Boersma LV, Castella M, van BW et al. Atrial fibrillation catheter ablation versus surgical ablation treatment (FAST): a 2-center randomized clinical trial. *Circulation* 2012 January 3;125(1):23-30.
- (30) Weerasooriya R, Khairy P, Litalien J et al. Catheter ablation for atrial fibrillation: are results maintained at 5 years of follow-up?. *J Am Coll Cardiol* 2011 January 11;57(2):160-6.
- (31) Bisleri G, Rosati F, Bontempi L, Curnis A, Muneretto C. Hybrid approach for the treatment of long-standing persistent atrial fibrillation: electrophysiological findings and clinical results. *Eur J Cardiothorac Surg* 2013;44(5):919-23.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

- (32) Cox JL, Canavan TE, Schuessler RB et al. The surgical treatment of atrial fibrillation. II. Intraoperative electrophysiologic mapping and description of the electrophysiologic basis of atrial flutter and atrial fibrillation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991 March;101(3):406-26.
- (33) Cox JL, Schuessler RB, Boineau JP. The surgical treatment of atrial fibrillation. I. Summary of the current concepts of the mechanisms of atrial flutter and atrial fibrillation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991 March;101(3):402-5.
- (34) Cox JL. The surgical treatment of atrial fibrillation. IV. Surgical technique. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991 April;101(4):584-92.
- (35) Cox JL, Schuessler RB, D'Agostino HJ, Jr. et al. The surgical treatment of atrial fibrillation. III. Development of a definitive surgical procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991 April;101(4):569-83.
- (36) January CT, Wann LS, Alpert JS et al. 2014 AHA/ACC/HRS Guideline for the Management of Patients With Atrial Fibrillation: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the Heart Rhythm Society. *Circulation* 2014;130(23):2071-104.
- (37) La MM. Surgical options for treatment of atrial fibrillation. *Ann Cardiothorac Surg* 2014 January;3(1):30-7.
- (38) Calkins H, Kuck KH, Cappato R et al. 2012 HRS/EHRA/ECAS Expert Consensus Statement on Catheter and Surgical Ablation of Atrial Fibrillation: recommendations for patient selection, procedural techniques, patient management and follow-up, definitions, endpoints, and research trial design. *Europace* 2012 April;14(4):528-606.
- (39) Wolf RK, Schneeberger EW, Osterday R et al. Video-assisted bilateral pulmonary vein isolation and left atrial

- appendage exclusion for atrial fibrillation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2005 September;130(3):797-802.
- (40) Edgerton JR, Edgerton ZJ, Weaver T et al. Minimally invasive pulmonary vein isolation and partial autonomic denervation for surgical treatment of atrial fibrillation. *Ann Thorac Surg* 2008 July;86(1):35-8.
- (41) Gomez-Doblas JJ, Muniz J, Martin JJ et al. Prevalence of Atrial Fibrillation in Spain. OFRECE Study Results. *Rev Esp Cardiol* 2014;67:259-69.
- (42) Masiaa R, Sala J, Marrugat J, Pena A. [Prevalence of atrial fibrillation in the province of Girona, Spain: the REGICOR study]. *Rev Esp Cardiol* 2001 October;54(10):1240.
- (43) Cea-Calvo L, Redon J, Lozano JV et al. [Prevalence of atrial fibrillation in the Spanish population aged 60 years or more. The PREV-ICTUS study]. *Rev Esp Cardiol* 2007 June;60(6):616-24.
- (44) Garcia-Acuna JM, Gonzalez-Juanatey JR, Alegria EE, Gonzalez M, I, Listerri JL. [Permanent atrial fibrillation in heart disease in Spain. The CARDIOTENS study 1999]. *Rev Esp Cardiol* 2002 September;55(9):943-52.
- (45) Heeringa J, van der Kuip DA, Hofman A et al. Prevalence, incidence and lifetime risk of atrial fibrillation: the Rotterdam study. *Eur Heart J* 2006 April;27(8):949-53.
- (46) Majeed A, Moser K, Carroll K. Trends in the prevalence and management of atrial fibrillation in general practice in England and Wales, 1994-1998: analysis of data from the general practice research database. *Heart* 2001 September;86(3):284-8.
- (47) Wheeldon NM, Tayler DI, Anagnostou E, Cook D, Wales C, Oakley GD. Screening for atrial fibrillation in primary care. *Heart* 1998 January;79(1):50-5.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

- (48) Nieuwlaat R, Capucci A, Camm AJ et al. Atrial fibrillation management: a prospective survey in ESC member countries: the Euro Heart Survey on Atrial Fibrillation. *Eur Heart J* 2005 November;26(22):2422-34.
- (49) Kassianos G, Arden C, Hogan S, Dew R, Fuat A. Current management of atrial fibrillation: an observational study in NHS primary care. *BMJ Open* 2013;3(11):e003004.
- (50) Lobos-Bejarano JM, del Castillo-Rodriguez JC, Mena-Gonzalez A et al. [Patients' characteristics and clinical management of atrial fibrillation in primary healthcare in Spain: FIATE Study]. *Med Clin (Barc )* 2013 October 5;141(7):279-86.
- (51) Lloyd-Jones DM, Wang TJ, Leip EP et al. Lifetime risk for development of atrial fibrillation: the Framingham Heart Study. *Circulation* 2004 August 31;110(9):1042-6.
- (52) Ad N, Cox JL. Combined mitral valve surgery and the Maze III procedure. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2002 July;14(3):206-9.
- (53) Cox JL. Intraoperative options for treating atrial fibrillation associated with mitral valve disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001 August;122(2):212-5.
- (54) Grigioni F, Avierinos JF, Ling LH et al. Atrial fibrillation complicating the course of degenerative mitral regurgitation: determinants and long-term outcome. *J Am Coll Cardiol* 2002 July 3;40(1):84-92.
- (55) Chua YL, Schaff HV, Orszulak TA, Morris JJ. Outcome of mitral valve repair in patients with preoperative atrial fibrillation. Should the maze procedure be combined with mitral valvuloplasty?. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994 February;107(2):408-15.
- (56) Lim E, Barlow CW, Hosseinpour AR et al. Influence of atrial fibrillation on outcome following mitral valve repair. *Circulation* 2001 September 18;104(12 Suppl 1):I59-I63.

- (57) Obadia JF, el FM, Bastien OH, Lievre M, Martelloni Y, Chassignolle JF. Outcome of atrial fibrillation after mitral valve repair. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1997 August;114(2):179-85.
- (58) Gillinov AM, Saltman AE. Ablation of atrial fibrillation with concomitant cardiac surgery. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2007;19(1):25-32.
- (59) Ngaage DL, Schaff HV, Mullany CJ et al. Does preoperative atrial fibrillation influence early and late outcomes of coronary artery bypass grafting?. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007 January;133(1):182-9.
- (60) McCarthy PM, Kruse J. Atrial fibrillation in patients with coronary disease. *J Interv Card Electrophysiol* 2007 December;20(3):113-7.
- (61) Sergeant P, Blackstone E, Meyns B. Validation and interdependence with patient-variables of the influence of procedural variables on early and late survival after CABG. K.U. Leuven Coronary Surgery Program. *Eur J Cardiothorac Surg* 1997 July;12(1):1-19.
- (62) Nattel S, Opie LH. Controversies in atrial fibrillation. *Lancet* 2006 January 21;367(9506):262-72.
- (63) Ishii Y, Nitta T. Atrial fibrillation surgery for patients with rheumatic valve disease. *J Interv Card Electrophysiol* 2007 December;20(3):109-12.
- (64) Bando K, Kobayashi J, Sasako Y, Tagusari O, Niwaya K, Kitamura S. Effect of maze procedure in patients with atrial fibrillation undergoing valve replacement. *J Heart Valve Dis* 2002 September;11(5):719-24.
- (65) Doukas G, Samani NJ, Alexiou C et al. Left atrial radiofrequency ablation during mitral valve surgery for continuous atrial fibrillation: a randomized controlled trial. *JAMA* 2005 November 9;294(18):2323-9.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

- (66) Gillinov M. Atrial fibrillation surgery in nonrheumatic mitral valve disease. *J Interv Card Electrophysiol* 2007 December;20(3):101-7.
- (67) Byrd GD, Prasad SM, Ripplinger CM et al. Importance of geometry and refractory period in sustaining atrial fibrillation: testing the critical mass hypothesis. *Circulation* 2005 August 30;112(9 Suppl):I7-13.
- (68) Gandhi SK. Atrial arrhythmia surgery in congenital heart disease. *J Interv Card Electrophysiol* 2007 December;20(3):119-25.
- (69) Gandhi SK, Bromberg BI, Rodefeld MD et al. Spontaneous atrial flutter in a chronic canine model of the modified Fontan operation. *J Am Coll Cardiol* 1997 October;30(4):1095-103.
- (70) Balaji S, Johnson TB, Sade RM, Case CL, Gillette PC. Management of atrial flutter after the Fontan procedure. *J Am Coll Cardiol* 1994 April;23(5):1209-15.
- (71) Stulak JM, Dearani JA, Puga FJ, Zehr KJ, Schaff HV, Danielson GK. Right-sided Maze procedure for atrial tachyarrhythmias in congenital heart disease. *Ann Thorac Surg* 2006 May;81(5):1780-4.
- (72) Hayden WG, Hurley EJ, Rytand DA. The mechanism of canine atrial flutter. *Circ Res* 1967 May;20(5):496-505.
- (73) Kimiura E, Kato K, Murao S, Ajisaka H, Koyama S, Omiya Z. Experimental studies on the mechanism of the auricular flutter. *Tohoku J Exp Med* 1954 August 25;60(2):197-207.
- (74) Rytand DA. The circus movement (entrapped circuit wave) hypothesis and atrial flutter. *Ann Intern Med* 1966 July;65(1):125-59.
- (75) Boineau JP, Schuessler RB, Mooney CR et al. Natural and evoked atrial flutter due to circus movement in dogs. Role of abnormal atrial pathways, slow conduction, nonuniform

- refractory period distribution and premature beats. *Am J Cardiol* 1980 June;45(6):1167-81.
- (76) Spach MS, Miller WT, III, Geselowitz DB, Barr RC, Kootsey JM, Johnson EA. The discontinuous nature of propagation in normal canine cardiac muscle. Evidence for recurrent discontinuities of intracellular resistance that affect the membrane currents. *Circ Res* 1981 January;48(1):39-54.
- (77) Spach MS, Dolber PC. Relating extracellular potentials and their derivatives to anisotropic propagation at a microscopic level in human cardiac muscle. Evidence for electrical uncoupling of side-to-side fiber connections with increasing age. *Circ Res* 1986 March;58(3):356-71.
- (78) Haissaguerre M, Jais P, Shah DC et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Engl J Med* 1998 September 3;339(10):659-66.
- (79) Nademanee K, McKenzie J, Kosar E et al. A new approach for catheter ablation of atrial fibrillation: mapping of the electrophysiologic substrate. *J Am Coll Cardiol* 2004 June 2;43(11):2044-53.
- (80) Schmitt C, Ndrepepa G, Weber S et al. Batrial multisite mapping of atrial premature complexes triggering onset of atrial fibrillation. *Am J Cardiol* 2002 June 15;89(12):1381-7.
- (81) van Wagoner DR. Recent insights into the pathophysiology of atrial fibrillation. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2007;19(1):9-15.
- (82) Cox JL, Schuessler RB, Boineau JP. The development of the Maze procedure for the treatment of atrial fibrillation. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2000 January;12(1):2-14.
- (83) Haissaguerre M, Jais P, Shah DC et al. Right and left atrial radiofrequency catheter therapy of paroxysmal atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1996 December;7(12):1132-44.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

- (84) Oral H, Knight BP, Tada H et al. Pulmonary vein isolation for paroxysmal and persistent atrial fibrillation. *Circulation* 2002 March 5;105(9):1077-81.
- (85) Pappone C, Oreto G, Lamberti F et al. Catheter ablation of paroxysmal atrial fibrillation using a 3D mapping system. *Circulation* 1999 September 14;100(11):1203-8.
- (86) Wazni OM, Fahmy TS, Natale A. Circumferential pulmonary-vein ablation for atrial fibrillation. *N Engl J Med* 2006 May 25;354(21):2289-91.
- (87) Goette A, Honeycutt C, Langberg JJ. Electrical remodeling in atrial fibrillation. Time course and mechanisms. *Circulation* 1996 December 1;94(11):2968-74.
- (88) Daoud EG, Knight BP, Weiss R et al. Effect of verapamil and procainamide on atrial fibrillation-induced electrical remodeling in humans. *Circulation* 1997 September 2;96(5):1542-50.
- (89) Morillo CA, Klein GJ, Jones DL, Guiraudon CM. Chronic rapid atrial pacing. Structural, functional, and electrophysiological characteristics of a new model of sustained atrial fibrillation. *Circulation* 1995 March 1;91(5):1588-95.
- (90) Mary-Rabine L, Albert A, Pham TD et al. The relationship of human atrial cellular electrophysiology to clinical function and ultrastructure. *Circ Res* 1983 February;52(2):188-99.
- (91) Thiedemann KU, Ferrans VJ. Left atrial ultrastructure in mitral valvular disease. *Am J Pathol* 1977 December;89(3):575-604.
- (92) Cha YM, Dzeja PP, Shen WK et al. Failing atrial myocardium: energetic deficits accompany structural remodeling and electrical instability. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2003 April;284(4):H1313-H1320.



- (93) Ryder KM, Benjamin EJ. Epidemiology and significance of atrial fibrillation. *Am J Cardiol* 1999 November 4;84(9A):131R-8R.
- (94) Wijffels MC, Kirchhof CJ, Dorland R, Allessie MA. Atrial fibrillation begets atrial fibrillation. A study in awake chronically instrumented goats. *Circulation* 1995 October 1;92(7):1954-68.
- (95) van Wagoner DR, Nerbonne JM. Molecular basis of electrical remodeling in atrial fibrillation. *J Mol Cell Cardiol* 2000 June;32(6):1101-17.
- (96) van Wagoner DR. Basic mechanisms of atrial fibrillation. *Cleve Clin J Med* 2003 July;70 Suppl 3:S2-S5.
- (97) Polontchouk L, Haefliger JA, Ebelt B et al. Effects of chronic atrial fibrillation on gap junction distribution in human and rat atria. *J Am Coll Cardiol* 2001 September;38(3):883-91.
- (98) Yue L, Feng J, Gaspo R, Li GR, Wang Z, Nattel S. Ionic remodeling underlying action potential changes in a canine model of atrial fibrillation. *Circ Res* 1997 October;81(4):512-25.
- (99) Yue L, Melnyk P, Gaspo R, Wang Z, Nattel S. Molecular mechanisms underlying ionic remodeling in a dog model of atrial fibrillation. *Circ Res* 1999 April 16;84(7):776-84.
- (100) van Wagoner DR, Pond AL, Lamorgese M, Rossie SS, McCarthy PM, Nerbonne JM. Atrial L-type Ca<sup>2+</sup> currents and human atrial fibrillation. *Circ Res* 1999 September 3;85(5):428-36.
- (101) de Bakker JM, Ho SY, Hocini M. Basic and clinical electrophysiology of pulmonary vein ectopy. *Cardiovasc Res* 2002 May;54(2):287-94.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

- (102) Jais P, Weerasooriya R, Shah DC et al. Ablation therapy for atrial fibrillation (AF): past, present and future. *Cardiovasc Res* 2002 May;54(2):337-46.
- (103) Cha TJ, Ehrlich JR, Zhang L, Chartier D, Leung TK, Nattel S. Atrial tachycardia remodeling of pulmonary vein cardiomyocytes: comparison with left atrium and potential relation to arrhythmogenesis. *Circulation* 2005 February 15;111(6):728-35.
- (104) Ehrlich JR, Cha TJ, Zhang L et al. Cellular electrophysiology of canine pulmonary vein cardiomyocytes: action potential and ionic current properties. *J Physiol* 2003 September 15;551(Pt 3):801-13.
- (105) Coumel P. Autonomic influences in atrial tachyarrhythmias. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1996 October;7(10):999-1007.
- (106) Nattel S. New ideas about atrial fibrillation 50 years on. *Nature* 2002 January 10;415(6868):219-26.
- (107) Armour JA, Randall WC, Sinha S. Localized myocardial responses to stimulation of small cardiac branches of the vagus. *Am J Physiol* 1975 January;228(1):141-8.
- (108) Wallick DW, Martin PJ. Separate parasympathetic control of heart rate and atrioventricular conduction of dogs. *Am J Physiol* 1990 August;259(2 Pt 2):H536-H542.
- (109) Koumi S, Arentzen CE, Backer CL, Wasserstrom JA. Alterations in muscarinic K<sup>+</sup> channel response to acetylcholine and to G protein-mediated activation in atrial myocytes isolated from failing human hearts. *Circulation* 1994 November;90(5):2213-24.
- (110) Liu L, Nattel S. Differing sympathetic and vagal effects on atrial fibrillation in dogs: role of refractoriness heterogeneity. *Am J Physiol* 1997 August;273(2 Pt 2):H805-H816.
- (111) Coumel P. Atrial fibrillation: one more sporting inconvenience?. *Eur Heart J* 2002 March;23(6):431-3.

- (112) Patterson E, Lazzara R, Szabo B et al. Sodium-calcium exchange initiated by the Ca<sup>2+</sup> transient: an arrhythmia trigger within pulmonary veins. *J Am Coll Cardiol* 2006 March 21;47(6):1196-206.
- (113) Armour JA, Murphy DA, Yuan BX, Macdonald S, Hopkins DA. Gross and microscopic anatomy of the human intrinsic cardiac nervous system. *Anat Rec* 1997 February;247(2):289-98.
- (114) Robertson JO, Lawrance CP, Maniar HS, Damiano Jr RJ. Surgical Techniques Used for the Treatment of Atrial Fibrillation. *Circ J* 2013;77(8):1941-51.
- (115) Scherlag BJ, Yamanashi W, Patel U, Lazzara R, Jackman WM. Autonomically induced conversion of pulmonary vein focal firing into atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol* 2005 June 7;45(11):1878-86.
- (116) Brundel BJ, Ausma J, Van Gelder IC et al. Activation of proteolysis by calpains and structural changes in human paroxysmal and persistent atrial fibrillation. *Cardiovasc Res* 2002 May;54(2):380-9.
- (117) Goette A, Arndt M, Rocken C et al. Calpains and cytokines in fibrillating human atria. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2002 July;283(1):H264-H272.
- (118) Chung MK, Martin DO, Sprecher D et al. C-reactive protein elevation in patients with atrial arrhythmias: inflammatory mechanisms and persistence of atrial fibrillation. *Circulation* 2001 December 11;104(24):2886-91.
- (119) Aviles RJ, Martin DO, Apperson-Hansen C et al. Inflammation as a risk factor for atrial fibrillation. *Circulation* 2003 December 16;108(24):3006-10.
- (120) Dernellis J, Panaretou M. Relationship between C-reactive protein concentrations during glucocorticoid therapy and recurrent atrial fibrillation. *Eur Heart J* 2004 July;25(13):1100-7.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

- (121) Dernellis J, Panaretou M. Effect of C-reactive protein reduction on paroxysmal atrial fibrillation. *Am Heart J* 2005 November;150(5):1064.
- (122) Frustaci A, Chimenti C, Bellocci F, Morgante E, Russo MA, Maseri A. Histological substrate of atrial biopsies in patients with lone atrial fibrillation. *Circulation* 1997 August 19;96(4):1180-4.
- (123) Kumagai K, Khrestian C, Waldo AL. Simultaneous multisite mapping studies during induced atrial fibrillation in the sterile pericarditis model. Insights into the mechanism of its maintenance. *Circulation* 1997 January 21;95(2):511-21.
- (124) Khan R, Sheppard R. Fibrosis in heart disease: understanding the role of transforming growth factor-beta in cardiomyopathy, valvular disease and arrhythmia. *Immunology* 2006 May;118(1):10-24.
- (125) Goette A, Juenemann G, Peters B et al. Determinants and consequences of atrial fibrosis in patients undergoing open heart surgery. *Cardiovasc Res* 2002 May;54(2):390-6.
- (126) Cha TJ, Ehrlich JR, Zhang L et al. Dissociation between ionic remodeling and ability to sustain atrial fibrillation during recovery from experimental congestive heart failure. *Circulation* 2004 January 27;109(3):412-8.
- (127) Shi Y, Li D, Tardif JC, Nattel S. Enalapril effects on atrial remodeling and atrial fibrillation in experimental congestive heart failure. *Cardiovasc Res* 2002 May;54(2):456-61.
- (128) Ram R, van Wagoner DR. Aldosterone antagonism as an antiarrhythmic approach for atrial arrhythmias in heart failure. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2006 May;17(5):542-3.
- (129) Williams JM, Ungerleider RM, Lofland GK, Cox JL. Left atrial isolation: new technique for the treatment of supraventricular arrhythmias. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1980 September;80(3):373-80.

- (130) Scheinman MM, Morady F, Hess DS, Gonzalez R. Catheter-induced ablation of the atrioventricular junction to control refractory supraventricular arrhythmias. *JAMA* 1982 August 20;248(7):851-5.
- (131) Ad N. The Cox-Maze procedure: history, results, and predictors for failure. *J Interv Card Electrophysiol* 2007 December;20(3):65-71.
- (132) Cox JL, Jaquiss RD, Schuessler RB, Boineau JP. Modification of the maze procedure for atrial flutter and atrial fibrillation. II. Surgical technique of the maze III procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995 August;110(2):485-95.
- (133) Cox JL, Boineau JP, Schuessler RB, Jaquiss RD, Lappas DG. Modification of the maze procedure for atrial flutter and atrial fibrillation. I. Rationale and surgical results. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995 August;110(2):473-84.
- (134) Damiano RJ, Jr., Gaynor SL, Bailey M et al. The long-term outcome of patients with coronary disease and atrial fibrillation undergoing the Cox maze procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003 December;126(6):2016-21.
- (135) Prasad SM, Maniar HS, Camillo CJ et al. The Cox maze III procedure for atrial fibrillation: long-term efficacy in patients undergoing lone versus concomitant procedures. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003 December;126(6):1822-8.
- (136) Ad N, Cox JL. Stroke prevention as an indication for the Maze procedure in the treatment of atrial fibrillation. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2000 January;12(1):56-62.
- (137) Gaynor SL, Schuessler RB, Bailey MS et al. Surgical treatment of atrial fibrillation: predictors of late recurrence. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2005 January;129(1):104-11.
- (138) Gillinov AM, Bhavani S, Blackstone EH et al. Surgery for permanent atrial fibrillation: impact of patient factors and lesion set. *Ann Thorac Surg* 2006 August;82(2):502-13.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

- (139) Kawaguchi AT, Kosakai Y, Isobe F et al. Factors affecting rhythm after the maze procedure for atrial fibrillation. *Circulation* 1996 November 1;94(9 Suppl):II139-II142.
- (140) Gillinov AM, Sirak J, Blackstone EH et al. The Cox maze procedure in mitral valve disease: predictors of recurrent atrial fibrillation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2005 December;130(6):1653-60.
- (141) Cox JL, Ad N. New surgical and catheter-based modifications of the Maze procedure. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2000 January;12(1):68-73.
- (142) Castella M. Surgical ablation in atrial fibrillation: in which patients? *Heart* 2013;99(12):888-92.
- (143) Damiano RJ, Jr., Schuessler RB, Voeller RK. Surgical treatment of atrial fibrillation: a look into the future. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2007;19(1):39-45.
- (144) Nattel S, Shiroshita-Takeshita A, Brundel BJ, Rivard L. Mechanisms of atrial fibrillation: lessons from animal models. *Prog Cardiovasc Dis* 2005 July;48(1):9-28.
- (145) Jais P, Haissaguerre M, Shah DC et al. A focal source of atrial fibrillation treated by discrete radiofrequency ablation. *Circulation* 1997 February 4;95(3):572-6.
- (146) Nitta T, Ishii Y, Miyagi Y, Ohmori H, Sakamoto S, Tanaka S. Concurrent multiple left atrial focal activations with fibrillatory conduction and right atrial focal or reentrant activation as the mechanism in atrial fibrillation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004 March;127(3):770-8.
- (147) Berenfeld O, Mandapati R, Dixit S et al. Spatially distributed dominant excitation frequencies reveal hidden organization in atrial fibrillation in the Langendorff-perfused sheep heart. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2000 August;11(8):869-79.
- (148) Schuessler RB, Kay MW, Melby SJ, Branham BH, Boineau JP, Damiano RJ, Jr. Spatial and temporal stability of the

- dominant frequency of activation in human atrial fibrillation. *J Electrocardiol* 2006 October;39(4 Suppl):S7-12.
- (149) Sahadevan J, Ryu K, Peltz L et al. Epicardial mapping of chronic atrial fibrillation in patients: preliminary observations. *Circulation* 2004 November 23;110(21):3293-9.
- (150) Damiano RJ, Jr., Voeller RK. Biatrial lesion sets. *J Interv Card Electrophysiol* 2007 December;20(3):95-9.
- (151) Kato R, Lickfett L, Meininger G et al. Pulmonary vein anatomy in patients undergoing catheter ablation of atrial fibrillation: lessons learned by use of magnetic resonance imaging. *Circulation* 2003 April 22;107(15):2004-10.
- (152) Macedo PG, Kapa S, Mears JA, Fratianni A, Asirvatham SJ. Correlative anatomy for the electrophysiologist: ablation for atrial fibrillation. Part I: pulmonary vein ostia, superior vena cava, vein of Marshall. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2010 June 1;21(6):721-30.
- (153) Mlcochova H, Tintera J, Porod V, Peichl P, Cihak R, Kautzner J. Magnetic resonance angiography of pulmonary veins: implications for catheter ablation of atrial fibrillation. *Pacing Clin Electrophysiol* 2005 October;28(10):1073-80.
- (154) Ho SY, Sanchez-Quintana D, Cabrera JA, Anderson RH. Anatomy of the left atrium: implications for radiofrequency ablation of atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1999 November;10(11):1525-33.
- (155) Ho SY, Cabrera JA, Tran VH, Farre J, Anderson RH, Sanchez-Quintana D. Architecture of the pulmonary veins: relevance to radiofrequency ablation. *Heart* 2001 September;86(3):265-70.
- (156) Perez-Lugones A, McMahon JT, Ratliff NB et al. Evidence of specialized conduction cells in human pulmonary veins of patients with atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2003 August;14(8):803-9.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

- (157) Morel E, Meyronet D, Thivolet-Bejuy F, Chevalier P. Identification and distribution of interstitial Cajal cells in human pulmonary veins. *Heart Rhythm* 2008 July;5(7):1063-7.
- (158) Nguyen BL, Fishbein MC, Chen LS, Chen PS, Masroor S. Histopathological substrate for chronic atrial fibrillation in humans. *Heart Rhythm* 2009 April;6(4):454-60.
- (159) Scherlag BJ, Nakagawa H, Jackman WM et al. Electrical stimulation to identify neural elements on the heart: their role in atrial fibrillation. *J Interv Card Electrophysiol* 2005 August;13 Suppl 1:37-42.
- (160) Gelsomino S, Corradi D, Lorusso R et al. Anatomical basis of minimally invasive epicardial ablation of atrial fibrillation. *Eur J Cardiothorac Surg* 2013 April;43(4):673-82.
- (161) Ho SY, Cabrera JA, Sanchez-Quintana D. Left atrial anatomy revisited. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2012 February;5(1):220-8.
- (162) Po SS, Scherlag BJ, Yamanashi WS et al. Experimental model for paroxysmal atrial fibrillation arising at the pulmonary vein-atrial junctions. *Heart Rhythm* 2006 February;3(2):201-8.
- (163) Scheinman MM, Keung E. The year in clinical cardiac electrophysiology. *J Am Coll Cardiol* 2007 May 22;49(20):2061-9.
- (164) Yuan BX, Ardell JL, Hopkins DA, Losier AM, Armour JA. Gross and microscopic anatomy of the canine intrinsic cardiac nervous system. *Anat Rec* 1994 May;239(1):75-87.
- (165) Mounsey JP. Recovery from vagal denervation and atrial fibrillation inducibility: effects are complex and not always predictable. *Heart Rhythm* 2006 June;3(6):709-10.



- (166) Chen SA, Hsieh MH, Tai CT et al. Initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating from the pulmonary veins: electrophysiological characteristics, pharmacological responses, and effects of radiofrequency ablation. *Circulation* 1999 November 2;100(18):1879-86.
- (167) Chou CC, Nihei M, Zhou S et al. Intracellular calcium dynamics and anisotropic reentry in isolated canine pulmonary veins and left atrium. *Circulation* 2005 June 7;111(22):2889-97.
- (168) Tan AY, Li H, Wachsmann-Hogiu S, Chen LS, Chen PS, Fishbein MC. Autonomic innervation and segmental muscular disconnections at the human pulmonary vein-atrial junction: implications for catheter ablation of atrial-pulmonary vein junction. *J Am Coll Cardiol* 2006 July 4;48(1):132-43.
- (169) Patterson E, Po SS, Scherlag BJ, Lazzara R. Triggered firing in pulmonary veins initiated by in vitro autonomic nerve stimulation. *Heart Rhythm* 2005 June;2(6):624-31.
- (170) Lu Z, Scherlag BJ, Lin J et al. Autonomic mechanism for initiation of rapid firing from atria and pulmonary veins: evidence by ablation of ganglionated plexi. *Cardiovasc Res* 2009 November 1;84(2):245-52.
- (171) Bers DM. Cardiac excitation-contraction coupling. *Nature* 2002 January 10;415(6868):198-205.
- (172) Ter Keurs HE, Boyden PA. Calcium and arrhythmogenesis. *Physiol Rev* 2007 April;87(2):457-506.
- (173) Fareh S, Villemaire C, Nattel S. Importance of refractoriness heterogeneity in the enhanced vulnerability to atrial fibrillation induction caused by tachycardia-induced atrial electrical remodeling. *Circulation* 1998 November 17;98(20):2202-9.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

- (174) Nattel S, Burstein B, Dobrev D. Atrial remodeling and atrial fibrillation: mechanisms and implications. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2008 April;1(1):62-73.
- (175) de Vos CB, Nieuwlaat R, Crijns HJ et al. Autonomic trigger patterns and anti-arrhythmic treatment of paroxysmal atrial fibrillation: data from the Euro Heart Survey. *Eur Heart J* 2008 March;29(5):632-9.
- (176) Fioranelli M, Piccoli M, Mileto GM et al. Analysis of heart rate variability five minutes before the onset of paroxysmal atrial fibrillation. *Pacing Clin Electrophysiol* 1999 May;22(5):743-9.
- (177) Tomita T, Takei M, Saikawa Y et al. Role of autonomic tone in the initiation and termination of paroxysmal atrial fibrillation in patients without structural heart disease. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2003 June;14(6):559-64.
- (178) Tan AY, Zhou S, Ogawa M et al. Neural mechanisms of paroxysmal atrial fibrillation and paroxysmal atrial tachycardia in ambulatory canines. *Circulation* 2008 August 26;118(9):916-25.
- (179) Choi EK, Shen MJ, Han S et al. Intrinsic cardiac nerve activity and paroxysmal atrial tachyarrhythmia in ambulatory dogs. *Circulation* 2010 June 22;121(24):2615-23.
- (180) Lin WS, Tai CT, Hsieh MH et al. Catheter ablation of paroxysmal atrial fibrillation initiated by non-pulmonary vein ectopy. *Circulation* 2003 July 1;107(25):3176-83.
- (181) Scavee C, Jais P, Weerasooriya R, Haissaguerre M. The inferior vena cava: an exceptional source of atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2003 June;14(6):659-62.
- (182) Tsai CF, Tai CT, Hsieh MH et al. Initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating from the superior vena cava: electrophysiological characteristics and results of radiofrequency ablation. *Circulation* 2000 July 4;102(1):67-74.

- (183) Kholova I, Kautzner J. Morphology of atrial myocardial extensions into human caval veins: a postmortem study in patients with and without atrial fibrillation. *Circulation* 2004 August 3;110(5):483-8.
- (184) Haissaguerre M, Gencel L, Fischer B et al. Successful catheter ablation of atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1994 December;5(12):1045-52.
- (185) Ino T, Miyamoto S, Ohno T, Tadera T. Exit block of focal repetitive activity in the superior vena cava masquerading as a high right atrial tachycardia. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2000 April;11(4):480-3.
- (186) Hwang C, Chen PS. Ligament of Marshall: why it is important for atrial fibrillation ablation. *Heart Rhythm* 2009 December;6(12 Suppl):S35-S40.
- (187) Kim DT, Lai AC, Hwang C et al. The ligament of Marshall: a structural analysis in human hearts with implications for atrial arrhythmias. *J Am Coll Cardiol* 2000 October;36(4):1324-7.
- (188) Hsu LF, Jais P, Keane D et al. Atrial fibrillation originating from persistent left superior vena cava. *Circulation* 2004 February 24;109(7):828-32.
- (189) Corradi D, Callegari S, Gelsomino S, Lorusso R, Macchi E. Morphology and pathophysiology of target anatomical sites for ablation procedures in patients with atrial fibrillation: part II: pulmonary veins, caval veins, ganglionated plexi, and ligament of Marshall. *Int J Cardiol* 2013 October 3;168(3):1769-78.
- (190) Kamanu S, Tan AY, Peter CT, Hwang C, Chen PS. Vein of Marshall activity during sustained atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2006 August;17(8):839-46.
- (191) Halperin JL, Gomberg-Maitland M. Obliteration of the left atrial appendage for prevention of thromboembolism. *J Am Coll Cardiol* 2003 October 1;42(7):1259-61.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

- (192) Takahashi Y, Takahashi A, Miyazaki S et al. Electrophysiological characteristics of localized reentrant atrial tachycardia occurring after catheter ablation of long-lasting persistent atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2009 June;20(6):623-9.
- (193) DI BL, Burkhardt JD, Mohanty P et al. Left atrial appendage: an underrecognized trigger site of atrial fibrillation. *Circulation* 2010 July 13;122(2):109-18.
- (194) Takahashi Y, Sanders P, Rotter M, Haissaguerre M. Disconnection of the left atrial appendage for elimination of foci maintaining atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2005 August;16(8):917-9.
- (195) Shirani J, Alaeddini J. Structural remodeling of the left atrial appendage in patients with chronic non-valvular atrial fibrillation: Implications for thrombus formation, systemic embolism, and assessment by transesophageal echocardiography. *Cardiovasc Pathol* 2000 March;9(2):95-101.
- (196) Gaita F, Riccardi R, Calo L et al. Atrial mapping and radiofrequency catheter ablation in patients with idiopathic atrial fibrillation. Electrophysiological findings and ablation results. *Circulation* 1998 June 2;97(21):2136-45.
- (197) Lall SC, Damiano RJ, Jr. Surgical ablation devices for atrial fibrillation. *J Interv Card Electrophysiol* 2007 December;20(3):73-82.
- (198) Nath S, Lynch C, III, Whayne JG, Haines DE. Cellular electrophysiological effects of hyperthermia on isolated guinea pig papillary muscle. Implications for catheter ablation. *Circulation* 1993 October;88(4 Pt 1):1826-31.
- (199) Fisher JD, Kahn S, HAN J, Kogan A, Nanna M. Linear lesion radiofrequency ablation in canine vagal atrial fibrillation: effects of special catheters designed for efficiency, and the critical role of lesions from the crista

- terminalis to the superior vena cava. *J Interv Card Electrophysiol* 2001 September;5(3):241-52.
- (200) Williams MR, Stewart JR, Bolling SF et al. Surgical treatment of atrial fibrillation using radiofrequency energy. *Ann Thorac Surg* 2001 June;71(6):1939-43.
- (201) Thomas SP, Guy DJ, Boyd AC, Eipper VE, Ross DL, Chard RB. Comparison of epicardial and endocardial linear ablation using handheld probes. *Ann Thorac Surg* 2003 February;75(2):543-8.
- (202) Raman J, Ishikawa S, Storer MM, Power JM. Surgical radiofrequency ablation of both atria for atrial fibrillation: results of a multicenter trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003 November;126(5):1357-66.
- (203) Gillinov AM, McCarthy PM, Pettersson G, Lytle BW, Rice TW. Esophageal perforation during left atrial radiofrequency ablation: is the risk too high?. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003 November;126(5):1661-2.
- (204) Doll N, Borger MA, Fabricius A et al. Esophageal perforation during left atrial radiofrequency ablation: Is the risk too high?. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003 April;125(4):836-42.
- (205) Comas GM, Imren Y, Williams MR. An overview of energy sources in clinical use for the ablation of atrial fibrillation. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2007;19(1):16-24.
- (206) Viola N, Williams MR, Oz MC, Ad N. The technology in use for the surgical ablation of atrial fibrillation. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2002 July;14(3):198-205.
- (207) Baust JG, Gage AA. The molecular basis of cryosurgery. *BJU Int* 2005 June;95(9):1187-91.
- (208) Holman WL, Ikeshita M, Douglas JM, Jr., Smith PK, Lofland GK, Cox JL. Ventricular cryosurgery: short-term

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

- effects on intramural electrophysiology. *Ann Thorac Surg* 1983 April;35(4):386-93.
- (209) Lustgarten DL, Keane D, Ruskin J. Cryothermal ablation: mechanism of tissue injury and current experience in the treatment of tachyarrhythmias. *Prog Cardiovasc Dis* 1999 May;41(6):481-98.
- (210) Doll N, Kiaii BB, Fabricius AM et al. Intraoperative left atrial ablation (for atrial fibrillation) using a new argon cryocatheter: early clinical experience. *Ann Thorac Surg* 2003 November;76(5):1711-5.
- (211) Thomas SP, Guy DJ, Rees A, Collins L, Ross DL. Production of narrow but deep lesions suitable for ablation of atrial fibrillation using a saline-cooled narrow beam Nd:YAG laser catheter. *Lasers Surg Med* 2001;28(4):375-80.
- (212) Watanabe H, Hayashi J, Sugawara M, Hiratsuka M, Eguchi S. Experimental application of microwave tissue coagulation to ventricular myocardium. *Ann Thorac Surg* 1999 March;67(3):666-71.
- (213) Lee LA, Simon C, Bove EL et al. High intensity focused ultrasound effect on cardiac tissues: potential for clinical application. *Echocardiography* 2000 August;17(6 Pt 1):563-6.
- (214) Engel DJ, Muratore R, Hirata K et al. Myocardial lesion formation using high-intensity focused ultrasound. *J Am Soc Echocardiogr* 2006 July;19(7):932-7.
- (215) Ferrero dL-O, Diaz-Infante E, Macias GA. Spanish Catheter Ablation Registry. 12th Official Report of the Spanish Society of Cardiology Working Group on Electrophysiology and Arrhythmias (2012). *Rev Esp Cardiol* 2013 December;66(12):983-92.
- (216) Ferrero dL-O, Gil-Ortega I, Pedrote-Martinez A. Spanish catheter ablation registry. 13th official report of the spanish

- society of cardiology working group on electrophysiology and arrhythmias (2013). *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)* 2014 November;67(11):925-35.
- (217) Eguchi K, Ohtaki E, Matsumura T et al. Pre-operative atrial fibrillation as the key determinant of outcome of mitral valve repair for degenerative mitral regurgitation. *Eur Heart J* 2005 September;26(18):1866-72.
- (218) Saxena A, Dinh D, Dimitriou J et al. Preoperative atrial fibrillation is an independent risk factor for mid-term mortality after concomitant aortic valve replacement and coronary artery bypass graft surgery. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2013;16(4):488-94.
- (219) Saxena A, Dinh DT, Reid CM, Smith JA, Shardey GC, Newcomb AE. Does preoperative atrial fibrillation portend a poorer prognosis in patients undergoing isolated aortic valve replacement? A multicentre Australian study. *Can J Cardiol* 2013 June;29(6):697-703.
- (220) Khargi K, Hutten BA, Lemke B, Deneke T. Surgical treatment of atrial fibrillation; a systematic review. *Eur J Cardiothorac Surg* 2005 February;27(2):258-65.
- (221) Groh MA, Binns OA, Burton HG, III, Ely SW, Johnson AM. Ultrasonic cardiac ablation for atrial fibrillation during concomitant cardiac surgery: long-term clinical outcomes. *Ann Thorac Surg* 2007 December;84(6):1978-83.
- (222) Ninet J, Roques X, Seitelberger R et al. Surgical ablation of atrial fibrillation with off-pump, epicardial, high-intensity focused ultrasound: results of a multicenter trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2005 September;130(3):803-9.
- (223) Schopka S, Schmid C, Keyser A et al. Ablation of atrial fibrillation with the Epicor system: a prospective observational trial to evaluate safety and efficacy and predictors of success. *J Cardiothorac Surg* 2010;5:34.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

- (224) Camm CF, Nagendran M, Xiu PY, Maruthappu M. How effective is cryoablation for atrial fibrillation during concomitant cardiac surgery? *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2011 October;13(4):410-4.
- (225) Camm CF, Nagendran M, Xiu PY, Maruthappu M. How effective is cryoablation for atrial fibrillation during concomitant cardiac surgery? *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2011 October;13(4):410-4.
- (226) Davies EJ, Bazerbashi S, Asopa S, Haywood G, Dalrymple-Hay M. Long-term outcomes following high intensity focused ultrasound ablation for atrial fibrillation. *J Card Surg* 2014 January;29(1):101-7.
- (227) Pizon M, Friedel N, Pizon M, Freundt M, Weyand M, Feyrer R. Impact of epicardial ablation of concomitant atrial fibrillation on atrial natriuretic peptide levels and atrial function in 6 months follow-up: does preoperative ANP level predict outcome of ablation?. *J Cardiothorac Surg* 2013;8:218.
- (228) Groh MA, Binns OA, Burton HG, III, Champsaur GL, Ely SW, Johnson AM. Epicardial ultrasonic ablation of atrial fibrillation during concomitant cardiac surgery is a valid option in patients with ischemic heart disease. *Circulation* 2008 September 30;118(14 Suppl):S78-S82.
- (229) Budera P, Straka Z, Osmancik P et al. Comparison of cardiac surgery with left atrial surgical ablation vs. cardiac surgery without atrial ablation in patients with coronary and/or valvular heart disease plus atrial fibrillation: final results of the PRAGUE-12 randomized multicentre study. *Eur Heart J* 2012 November;33(21):2644-52.
- (230) Osmancik P, Budera P, Straka Z, Widimsky P. Predictors of complete arrhythmia free survival in patients undergoing surgical ablation for atrial fibrillation. PRAGUE-12 randomized study sub-analysis. *Int J Cardiol* 2014 March 15;172(2):419-22.



- (231) Ad N, Holmes SD, Massimiano PS, Pritchard G, Stone LE, Henry L. The effect of the Cox-maze procedure for atrial fibrillation concomitant to mitral and tricuspid valve surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2013 December;146(6):1426-34.
- (232) Ngaage DL, Schaff HV, Mullany CJ et al. Influence of preoperative atrial fibrillation on late results of mitral repair: is concomitant ablation justified?. *Ann Thorac Surg* 2007 August;84(2):434-42.
- (233) Phan K, Xie A, Tian DH, Shaikhrezai K, Yan TD. Systematic review and meta-analysis of surgical ablation for atrial fibrillation during mitral valve surgery. *Ann Cardiothorac Surg* 2014 January;3(1):3-14.
- (234) Wisser W, Seebacher G, Fleck T et al. Permanent chronic atrial fibrillation: is pulmonary vein isolation alone enough? *Ann Thorac Surg* 2007 October;84(4):1151-7.
- (235) Fukunaga S, Hori H, Ueda T, Takagi K, Tayama E, Aoyagi S. Effect of surgery for atrial fibrillation associated with mitral valve disease. *Ann Thorac Surg* 2008 October;86(4):1212-7.
- (236) Onorati F, Mariscalco G, Rubino AS et al. Impact of lesion sets on mid-term results of surgical ablation procedure for atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol* 2011 February 22;57(8):931-40.
- (237) Dukes JW, Chilukuri K, Scherr D et al. The Effect of Antiarrhythmic Medication Management on Atrial Fibrillation Ablation Outcomes. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2013;24(8):882-7.
- (238) Cheema A, Dong J, Dalal D et al. Circumferential ablation with pulmonary vein isolation in permanent atrial fibrillation. *Am J Cardiol* 2007 May 15;99(10):1425-8.
- (239) Oral H, Pappone C, Chugh A et al. Circumferential pulmonary-vein ablation for chronic atrial fibrillation. *N Engl J Med* 2006 March 2;354(9):934-41.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

- (240) Pappone C, Augello G, Sala S et al. A randomized trial of circumferential pulmonary vein ablation versus antiarrhythmic drug therapy in paroxysmal atrial fibrillation: the APAF Study. *J Am Coll Cardiol* 2006 December 5;48(11):2340-7.
- (241) Roux JF, Zado E, Callans DJ et al. Antiarrhythmics After Ablation of Atrial Fibrillation (5A Study). *Circulation* 2009 September 22;120(12):1036-40.
- (242) Ad N, Henry L, Holmes SD, Stone LE, Hunt S. The association between early atrial arrhythmia and long-term return to sinus rhythm for patients following the Cox maze procedure for atrial fibrillation. *Eur J Cardiothorac Surg* 2013 January 17.
- (243) Lee R, Jivan A, Kruse J et al. Late neurologic events after surgery for atrial fibrillation: rare but relevant. *Ann Thorac Surg* 2013 January;95(1):126-31.
- (244) Lindsay BD. Atrial fibrillation: new drugs, devices, and procedures. *Cleve Clin J Med* 2012 August;79(8):553-9.
- (245) Gillinov M, Soltesz E. Surgical Treatment of Atrial Fibrillation: Today's Questions and Answers. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2013;25(3):197-205.
- (246) MADDEN JL. Resection of the left auricular appendix; a prophylaxis for recurrent arterial emboli. *J Am Med Assoc* 1949 July 2;140(9):769-72.
- (247) Healey JS, Crystal E, Lamy A et al. Left Atrial Appendage Occlusion Study (LAAOS): results of a randomized controlled pilot study of left atrial appendage occlusion during coronary bypass surgery in patients at risk for stroke. *Am Heart J* 2005 August;150(2):288-93.
- (248) Fumoto H, Gillinov AM, Ootaki Y et al. A novel device for left atrial appendage exclusion: the third-generation atrial exclusion device. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008 October;136(4):1019-27.

- (249) Ailawadi G, Gerdisch MW, Harvey RL et al. Exclusion of the left atrial appendage with a novel device: early results of a multicenter trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011 November;142(5):1002-9.
- (250) Cox JL. Mechanical closure of the left atrial appendage: is it time to be more aggressive?. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2013 November;146(5):1018-27.
- (251) Cowan C, Healicon R, Robson I et al. The use of anticoagulants in the management of atrial fibrillation among general practices in England. *Heart* 2013;99(16):1166-72.
- (252) Gallagher AM, Rietbrock S, Plumb J, van Staa TP. Initiation and persistence of warfarin or aspirin in patients with chronic atrial fibrillation in general practice: do the appropriate patients receive stroke prophylaxis?. *J Thromb Haemost* 2008 September;6(9):1500-6.
- (253) Mant J, Hobbs FD, Fletcher K et al. Warfarin versus aspirin for stroke prevention in an elderly community population with atrial fibrillation (the Birmingham Atrial Fibrillation Treatment of the Aged Study, BAFTA): a randomised controlled trial. *Lancet* 2007 August 11;370(9586):493-503.
- (254) Mercaldi CJ, Siu K, Sander SD et al. Long-Term Costs of Ischemic Stroke and Major Bleeding Events among Medicare Patients with Nonvalvular Atrial Fibrillation. *Cardiol Res Pract* 2012;2012:645469.
- (255) Gimenez-Garcia E, Clua-Espuny JL, Bosch-Princep R et al. [The management of atrial fibrillation and characteristics of its current care in outpatients. AFABE observational study]. *Aten Primaria* 2014 February;46(2):58-67.
- (256) Ziegler PD, Koehler JL, Mehra R. Comparison of continuous versus intermittent monitoring of atrial arrhythmias. *Heart Rhythm* 2006 December;3(12):1445-52.
- (257) Israel CW, Gronefeld G, Ehrlich JR, Li YG, Hohnloser SH. Long-term risk of recurrent atrial fibrillation as documented

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

- by an implantable monitoring device: implications for optimal patient care. *J Am Coll Cardiol* 2004 January 7;43(1):47-52.
- (258) Edgerton JR, Edgerton ZJ, Weaver T et al. Minimally invasive pulmonary vein isolation and partial autonomic denervation for surgical treatment of atrial fibrillation. *Ann Thorac Surg* 2008 July;86(1):35-8.
- (259) Ad N, Holmes SD, Stone LE, Pritchard G, Henry L. Rhythm course over 5 years following surgical ablation for atrial fibrillation. *Eur J Cardiothorac Surg* 2014 March 17.
- (260) Gammie JS, Didolkar P, Krowsoski LS et al. Intermediate-term outcomes of surgical atrial fibrillation correction with the CryoMaze procedure. *Ann Thorac Surg* 2009 May;87(5):1452-8.
- (261) Kapa S, Epstein AE, Callans DJ et al. Assessing arrhythmia burden after catheter ablation of atrial fibrillation using an implantable loop recorder: the ABACUS study. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2013 August;24(8):875-81.
- (262) Ziegler PD, Sakaguchi S, Simons GR, Koehler JL, Warman E. The prevalence of sinus rhythm in patients with "permanent" atrial fibrillation. *Pacing Clin Electrophysiol* 2014 June;37(6):674-81.
- (263) Assasi N, Xie F, Blackhouse G et al. Comparative effectiveness of catheter ablation strategies for rhythm control in patients with atrial fibrillation: a meta-analysis. *J Interv Card Electrophysiol* 2012 December;35(3):259-75.
- (264) Barnett SD, Ad N. Surgical ablation as treatment for the elimination of atrial fibrillation: a meta-analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006 May;131(5):1029-35.
- (265) Soni LK, Cedola SR, Cogan J et al. Right atrial lesions do not improve the efficacy of a complete left atrial lesion set in the surgical treatment of atrial fibrillation, but they do

- increase procedural morbidity. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2013 February;145(2):356-63.
- (266) Geuzebroek GS, Ballaux PK, van Hemel NM, Kelder JC, Defauw JJ. Medium-term outcome of different surgical methods to cure atrial fibrillation: is less worse? *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2008 April;7(2):201-6.
- (267) Barnett SD, Ad N. Surgical ablation as treatment for the elimination of atrial fibrillation: a meta-analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006 May;131(5):1029-35.
- (268) Pecha S, Schafer T, Subbotina I, Ahmadzade T, Reichenspurner H, Wagner FM. Rhythm outcome predictors after concomitant surgical ablation for atrial fibrillation: A 9-year, single-center experience. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2014;148(2):428-33.
- (269) Chen S, Ling Z, Yin Y et al. The comparison of epicardial focused ultrasound circumferential pulmonary vein ablation and BOX ablation--results from experimental acute atrial fibrillation. *J Interv Card Electrophysiol* 2012 August;34(2):153-9.
- (270) Robertson JO, Saint LL, Leidenfrost JE, Damiano RJ, Jr. Illustrated techniques for performing the Cox-Maze IV procedure through a right mini-thoracotomy. *Ann Cardiothorac Surg* 2014 January;3(1):105-16.
- (271) Bogachev-Prokophiev A, Zheleznev S, Pivkin A et al. Assessment of concomitant paroxysmal atrial fibrillation ablation in mitral valve surgery patients based on continuous monitoring: does a different lesion set matter?. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2014 February;18(2):177-82.
- (272) Sueda T, Uchida N, Takasaki T et al. Long-term results after the box pulmonary vein isolation procedure for chronic atrial fibrillation in mitral valve surgery. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2012;18(2):101-8.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

- (273) Page P. Canadian Cardiovascular Society atrial fibrillation guidelines 2010: surgical therapy. *Can J Cardiol* 2011 January;27(1):67-73.
- (274) Gillinov AM, Bakaeen F, McCarthy PM et al. Surgery for paroxysmal atrial fibrillation in the setting of mitral valve disease: a role for pulmonary vein isolation?. *Ann Thorac Surg* 2006 January;81(1):19-26.
- (275) La MM, Gelsomino S, Luca F et al. Minimal invasive surgery for atrial fibrillation: an updated review. *Europace* 2013 February;15(2):170-82.
- (276) Castella M, Garcia-Valentin A, Pereda D et al. Anatomic aspects of the atrioventricular junction influencing radiofrequency Cox maze IV procedures. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008 August;136(2):419-23.
- (277) Balt JC, Karadavut S, Mulder AA, Luermans JG, Wijffels MC, Boersma LV. Conduction recovery in patients with recurrent atrial fibrillation after pulmonary vein isolation using multi-electrode duty cycled radiofrequency ablation. *J Interv Card Electrophysiol* 2013 May 1.
- (278) Furnkranz A, Chun KR, Nuyens D et al. Characterization of conduction recovery after pulmonary vein isolation using the "single big cryoballoon" technique. *Heart Rhythm* 2010;7(2):184-90.
- (279) Rajappan K, Kistler PM, Earley MJ et al. Acute and chronic pulmonary vein reconnection after atrial fibrillation ablation: a prospective characterization of anatomical sites. *Pacing Clin Electrophysiol* 2008 December;31(12):1598-605.
- (280) Ahmed H, Neuzil P, Skoda J et al. The permanency of pulmonary vein isolation using a balloon cryoablation catheter. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2010 July;21(7):731-7.
- (281) Kistler PM, Ho SY, Rajappan K et al. Electrophysiologic and anatomic characterization of sites resistant to electrical isolation during circumferential pulmonary vein ablation for

- atrial fibrillation: a prospective study. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2007 December;18(12):1282-8.
- (282) Lall SC, Foyil KV, Sakamoto S et al. Pulmonary vein isolation and the Cox maze procedure only partially denervate the atrium. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008 April;135(4):894-900.
- (283) Mehall JR, Kohut RM, Jr., Schneeberger EW, Taketani T, Merrill WH, Wolf RK. Intraoperative epicardial electrophysiologic mapping and isolation of autonomic ganglionic plexi. *Ann Thorac Surg* 2007 February;83(2):538-41.
- (284) Mabuchi M, Imamura M, Kubo N et al. Sympathetic denervation and reinnervation after the maze procedure *J Nucl Med* 2005 July;46(7):1089-94.
- (285) Oh S, Zhang Y, Bibeovski S, Marrouche NF, Natale A, Mazgalev TN. Vagal denervation and atrial fibrillation inducibility: epicardial fat pad ablation does not have long-term effects. *Heart Rhythm* 2006 June;3(6):701-8.
- (286) Sakamoto S, Fujii M, Watanabe Y et al. Exploration of theoretical ganglionated plexi ablation technique in atrial fibrillation surgery. *Ann Thorac Surg* 2014 November;98(5):1598-604.
- (287) Noheria A, Patel SM, Mirzoyev S et al. Decreased postoperative atrial fibrillation following cardiac transplantation: the significance of autonomic denervation. *Pacing Clin Electrophysiol* 2013 June;36(6):741-7.
- (288) Vaseghi M, Boyle NG, Kedia R et al. Supraventricular tachycardia after orthotopic cardiac transplantation. *J Am Coll Cardiol* 2008 June 10;51(23):2241-9.
- (289) Hirose M, Carlson MD, Laurita KR. Cellular mechanisms of vagally mediated atrial tachyarrhythmia in isolated arterially perfused canine right atria. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2002 September;13(9):918-26.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

- (290) Lo LW, Scherlag BJ, Chang HY, Lin YJ, Chen SA, Po SS. Paradoxical long-term proarrhythmic effects after ablating the "head station" ganglionated plexi of the vagal innervation to the heart. *Heart Rhythm* 2013 May;10(5):751-7.
- (291) Callans DJ, Gerstenfeld EP, Dixit S et al. Efficacy of repeat pulmonary vein isolation procedures in patients with recurrent atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2004 September;15(9):1050-5.
- (292) Gerstenfeld EP, Callans DJ, Dixit S, Zado E, Marchlinski FE. Incidence and location of focal atrial fibrillation triggers in patients undergoing repeat pulmonary vein isolation: implications for ablation strategies. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2003 July;14(7):685-90.
- (293) Ouyang F, Tilz R, Chun J et al. Long-term results of catheter ablation in paroxysmal atrial fibrillation: lessons from a 5-year follow-up. *Circulation* 2010 December 7;122(23):2368-77.
- (294) Sauer WH, McKernan ML, Lin D, Gerstenfeld EP, Callans DJ, Marchlinski FE. Clinical predictors and outcomes associated with acute return of pulmonary vein conduction during pulmonary vein isolation for treatment of atrial fibrillation. *Heart Rhythm* 2006 September;3(9):1024-8.
- (295) Sotomi Y, Inoue K, Ito N et al. Cause of very late recurrence of atrial fibrillation or flutter after catheter ablation for atrial fibrillation. *Am J Cardiol* 2013 February 15;111(4):552-6.
- (296) Lonnerholm S, Blomstrom P, Nilsson L, Blomstrom-Lundqvist C. Long-term effects of the maze procedure on atrial size and mechanical function3. *Ann Thorac Surg* 2008 March;85(3):916-20.
- (297) Beukema WP, Elvan A, Sie HT, Misier AR, Wellens HJ. Successful radiofrequency ablation in patients with previous atrial fibrillation results in a significant decrease in left atrial size. *Circulation* 2005 October 4;112(14):2089-95.



- (298) Marui A, Saji Y, Nishina T et al. Impact of left atrial volume reduction concomitant with atrial fibrillation surgery on left atrial geometry and mechanical function. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008 June;135(6):1297-305.
- (299) McCarthy PM, Kruse J, Shalli S et al. Where does atrial fibrillation surgery fail? Implications for increasing effectiveness of ablation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010 April;139(4):860-7.
- (300) Reddy VY, Schmidt EJ, Holmvang G, Fung M. Arrhythmia recurrence after atrial fibrillation ablation: can magnetic resonance imaging identify gaps in atrial ablation lines?. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2008 April;19(4):434-7.
- (301) Vanelli P, Rossi R, Gelpi G et al. Chronic histological transmuralty of high-intensity focused ultrasound ablation. *Ann Thorac Surg* 2012 June;93(6):2053-6.
- (302) Manasse E, Medici D, Ghiselli S, Ornaghi D, Gallotti R. Left main coronary arterial lesion after microwave epicardial ablation. *Ann Thorac Surg* 2003 July;76(1):276-7.
- (303) Doguet F, Le G, V, Litzler PY et al. Coronary artery dissection after surgical cryoablation procedure. *Ann Thorac Surg* 2009 June;87(6):1946-8.
- (304) Villamizar NR, Crow JH, Piacentino V, III et al. Reproducibility of left atrial ablation with high-intensity focused ultrasound energy in a calf model. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010 December;140(6):1381-7.
- (305) Cabrera JA, Ho SY, Climent V, Sanchez-Quintana D. The architecture of the left lateral atrial wall: a particular anatomic region with implications for ablation of atrial fibrillation. *Eur Heart J* 2008 February;29(3):356-62.
- (306) Sanchez-Quintana D, Cabrera JA, Climent V, Farre J, Mendonca MC, Ho SY. Anatomic relations between the esophagus and left atrium and relevance for ablation of atrial fibrillation. *Circulation* 2005 September 6;112(10):1400-5.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

- (307) Pozzoli A, Benussi S, Anzil F et al. Electrophysiological efficacy of Epicor high-intensity focused ultrasound. *Eur J Cardiothorac Surg* 2012 July;42(1):129-34.
- (308) Kurfirst V, Mokracek A, Bulava A, Canadyova J, Hanis J, Pesl L. Two-staged hybrid treatment of persistent atrial fibrillation: short-term single-centre results. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2014;18(4):451-6.
- (309) Chen CJ, Liu WH, Chang JP et al. Plasma C-reactive protein is not related to sinus non-conversion by maze procedure adjunct to mitral valve surgery. *Dis Markers* 2012;33(3):119-26.
- (310) Lellouche N, Sacher F, Wright M et al. Usefulness of C-reactive protein in predicting early and late recurrences after atrial fibrillation ablation. *Europace* 2009 May;11(5):662-4.
- (311) Liu T, Li G, Li L, Korantzopoulos P. Association between C-reactive protein and recurrence of atrial fibrillation after successful electrical cardioversion: a meta-analysis. *J Am Coll Cardiol* 2007 April 17;49(15):1642-8.
- (312) Yoon JH, Moon J, Chung H et al. Left atrial function assessed by Doppler echocardiography rather than left atrial volume predicts recurrence in patients with paroxysmal atrial fibrillation. *Clin Cardiol* 2013 April;36(4):235-40.
- (313) Wei W, Ge JB, Zou Y et al. Anatomical characteristics of pulmonary veins for the prediction of postoperative recurrence after radiofrequency catheter ablation of atrial fibrillation. *PLoS One* 2014;9(4):e93817.
- (314) Savelieva I, Kakouros N, Kourliouros A, Camm AJ. Upstream therapies for management of atrial fibrillation: review of clinical evidence and implications for European Society of Cardiology guidelines. Part II: secondary prevention. *Europace* 2011 May;13(5):610-25.
- (315) Savelieva I, Kakouros N, Kourliouros A, Camm AJ. Upstream therapies for management of atrial fibrillation:

- review of clinical evidence and implications for European Society of Cardiology guidelines. Part I: primary prevention. *Europace* 2011 March;13(3):308-28.
- (316) Ito Y, Yamasaki H, Naruse Y et al. Effect of Eplerenone on Maintenance of Sinus Rhythm After Catheter Ablation in Patients With Long-Standing Persistent Atrial Fibrillation. *Am J Cardiol* 2013;111(7):1012-8.
- (317) Yoshihara F, Nishikimi T, Sasako Y et al. Preservation of the right atrial appendage improves reduced plasma atrial natriuretic peptide levels after the maze procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000 April;119(4 Pt 1):790-4.
- (318) Beukema WP, Sie HT, Misier AR, Delnoy PP, Wellens HJ, Elvan A. Intermediate to long-term results of radiofrequency modified Maze procedure as an adjunct to open-heart surgery. *Ann Thorac Surg* 2008 November;86(5):1409-14.
- (319) Lamotte M, Annemans L, Bridgewater B, Kendall S, Siebert M. A health economic evaluation of concomitant surgical ablation for atrial fibrillation. *Eur J Cardiothorac Surg* 2007 November;32(5):702-10.
- (320) Gerosa G, Bianco R, Buja G, di MF. Totally endoscopic robotic-guided pulmonary veins ablation: an alternative method for the treatment of atrial fibrillation. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004 August;26(2):450-2.
- (321) Cheema FH, Weisberg JS, Khalid I, Roberts HG, Jr. Warm beating heart, robotic endoscopic Cox-cryomaze: an approach for treating atrial fibrillation. *Ann Thorac Surg* 2009 March;87(3):966-8.
- (322) Massimiano PS, Yanagawa B, Henry L, Holmes SD, Pritchard G, Ad N. Minimally Invasive Fibrillating Heart Surgery: A Safe and Effective Approach for Mitral Valve and Surgical Ablation for Atrial Fibrillation. *Ann Thorac Surg* 2013;96(2):520-7.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

- (323) Stamou SC, Khabbaz KR, Mahmood F, Zimetbaum P, Hagberg RC. A multidisciplinary approach to the minimally invasive pulmonary vein isolation for treatment of atrial fibrillation. *Ann Thorac Surg* 2010 February;89(2):648-50.
- (324) Krul SP, Pison L, La MM et al. Epicardial and endocardial electrophysiological guided thoracoscopic surgery for atrial fibrillation: a multidisciplinary approach of atrial fibrillation ablation in challenging patients. *Int J Cardiol* 2014 May 1;173(2):229-35.
- (325) Pak HN, Hwang C, Lim HE, Kim JS, Kim YH. Hybrid epicardial and endocardial ablation of persistent or permanent atrial fibrillation: a new approach for difficult cases. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2007 September;18(9):917-23.
- (326) Krul SP, Driessen AH, van Boven WJ et al. Thoracoscopic video-assisted pulmonary vein antrum isolation, ganglionated plexus ablation, and periprocedural confirmation of ablation lesions: first results of a hybrid surgical-electrophysiological approach for atrial fibrillation. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2011 June;4(3):262-70.
- (327) Mahapatra S, LaPar DJ, Kamath S et al. Initial experience of sequential surgical epicardial-catheter endocardial ablation for persistent and long-standing persistent atrial fibrillation with long-term follow-up. *Ann Thorac Surg* 2011 June;91(6):1890-8.
- (328) Pison L, La MM, van OJ, Blaauw Y, Maessen J, Crijns HJ. Hybrid thoracoscopic surgical and transvenous catheter ablation of atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol* 2012 July 3;60(1):54-61.
- (329) Gaita F, Ebrille E, Scaglione M et al. Very long-term results of surgical and transcatheter ablation of long-standing persistent atrial fibrillation1. *Ann Thorac Surg* 2013 October;96(4):1273-8.

- (330) Garcia R, Sacher F, Oses P et al. Electrophysiological study 6 months after Epicor() high-intensity focused ultrasound atrial fibrillation ablation. *J Interv Card Electrophysiol* 2014 December;41(3):245-51.
- (331) Gu J, Liu X, Jiang WF et al. Comparison of catheter ablation and surgical ablation in patients with long-standing persistent atrial fibrillation and rheumatic heart disease: a four-year follow-up study. *Int J Cardiol* 2013 October 15;168(6):5372-7.
- (332) Liu X, Tan HW, Wang XH et al. Efficacy of catheter ablation and surgical CryoMaze procedure in patients with long-lasting persistent atrial fibrillation and rheumatic heart disease: a randomized trial. *Eur Heart J* 2010 November;31(21):2633-41.
- (333) Tilz RR, Rillig A, Thum AM et al. Catheter ablation of long-standing persistent atrial fibrillation: 5-year outcomes of the Hamburg Sequential Ablation Strategy. *J Am Coll Cardiol* 2012 November 6;60(19):1921-9.
- (334) Mont L, Bisbal F, Hernandez-Madrid A et al. Catheter ablation vs. antiarrhythmic drug treatment of persistent atrial fibrillation: a multicentre, randomized, controlled trial (SARA study). *Eur Heart J* 2014 February;35(8):501-7.
- (335) Kearney K, Stephenson R, Phan K, Chan WY, Huang MY, Yan TD. A systematic review of surgical ablation versus catheter ablation for atrial fibrillation. *Ann Cardiothorac Surg* 2014 January;3(1):15-29.
- (336) Okada S, Weimar T, Moon MR et al. The impact of previous catheter-based ablation on the efficacy of the Cox-maze IV procedure. *Ann Thorac Surg* 2013 September;96(3):786-91.
- (337) Pokushalov E, Romanov A, Elesin D et al. Catheter versus surgical ablation of atrial fibrillation after a failed initial pulmonary vein isolation procedure: a randomized controlled trial. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2013 December;24(12):1338-43.

**Aïllament epicàrdic de les venes pulmonars amb ultrasons d'alta intensitat per al tractament quirúrgic de la fibril·lació auricular no primària**

---

- (338) Zhou Q, Hou Y, Yang S. A meta-analysis of the comparative efficacy of ablation for atrial fibrillation with and without ablation of the ganglionated plexi. *Pacing Clin Electrophysiol* 2011 December;34(12):1687-94.