

# **ACTUALITZACIÓ EN ABLACIÓ PER RADIOFREQUÈNCIA**

**Concepción Alonso i Joan Alguersuari**

Concepción Alonso i Joan Alguersuari

Servei de Cardiologia. Hospital Universitari de la Vall d'Hebron

P. Vall d'Hebron, 119-129

08035 Barcelona

## **1-. ABLACIÓ DE TAQUIARÍTMIES VENTRICULARS. EVOLUCIÓ I INDICACIONS**

L'ablació amb catèter ha esdevingut una teràpia eficaç per al tractament de les arítmies cardíques. Les indicacions de tractament mitjançant ablació són diferents segons el tipus de substrat arrítmic, de manera que constitueixen la teràpia d'elecció per a les taquiarítmies supraventriculars (TPSV) com la taquicàrdia intranodal, les taquiarítmies mediades per vies accessòries i el flutter auricular<sup>1</sup>. En canvi, en la fibril·lació auricular (FA) i les taquicàrdies ventriculars (TV), les seves indicacions encara no estan ben establertes. Això es deu a que els substrats arítmics d'aquest segon grup són més complexos i els seus mecanismes electrofisiològics més difícils i menys compresos. L'evolució en el coneixement dels mecanismes electrofisiològics involucrats en aquestes arítmies, així com el desenvolupament tecnològic experimentat en els darrers anys, ha contribuït de manera significativa en la millora dels resultats de l'ablació amb catèter. Per una banda, l'aparició de sistemes de navegació que permeten la reconstrucció tridimensional de les cavitats cardíques i la creació de mapes de voltatge i d'activació, i per l'altre, la millora en el dissenys de catèters d'ablació, ha contribuït en gran mesura a l'abordatge d'aquests substrats així com a un millor coneixement dels mecanismes electrofisiològics implicats en la gènesi d'aquestes taquiarítmies. A continuació, es revisa l'evolució de l'ablació per radiofreqüència en el tractament de la TV, fibril·lació ventricular i fibril·lació auricular, així com les aportacions tecnològiques en el desenvolupament de la tècnica.

### **1.1-. ABLACIÓ EN EL TRACTAMENT DE LES ARRÍTMIES VENTRICULARS**

El maneig clínic de les taquicàrdies ventriculars és diferent segons la presència o absència concomitant de cardiopatia de base. Així doncs, en pacient amb taquiarítmies ventriculars és necessari realitzar un estudi cardiològic que permeti establir o descartar la presència de cardiopatia estructural la qual, a llarg termini, determinarà el pronòstic del pacient.

## 1.2-. TAQUICÀRDIES VENTRICULARS EN ABSÈNCIA DE CARDIOPATIA ESTRUCTURAL (TV IDIOPÀTIQUES)

En pacients sense cardiopatia estructural, les arítmies ventriculars poden presentar-se com extrasistòlia ventricular aïllada, com TV no sostinguda (TVNS) o com TV sostinguda (TVS). Cal destacar que el pronòstic dels pacients amb TV idiopàtica és similar a la de la població normal. Per això, quan no s'acompanyen de símptomes, no és necessari iniciar cap tractament específic, el qual només estaria indicat en aquells pacients amb símptomes que limiten la seva qualitat de vida. En general, el primer esglau terapèutic de les TV idiopàtiques és el farmacològic, reservant l'ablació per aquells casos refractaris a tractament antiarítmic o bé per a pacients que toleren aquest últim malament. La TV idiopàtica més freqüent és la taquicàrdia de tracte de sortida de ventricle dret. A continuació, descrivim els principals tipus de TV idiopàtica.

### 1.2.1-. Taquicàrdia ventricular de tracte de sortida de ventricle dret (TVTSVD).

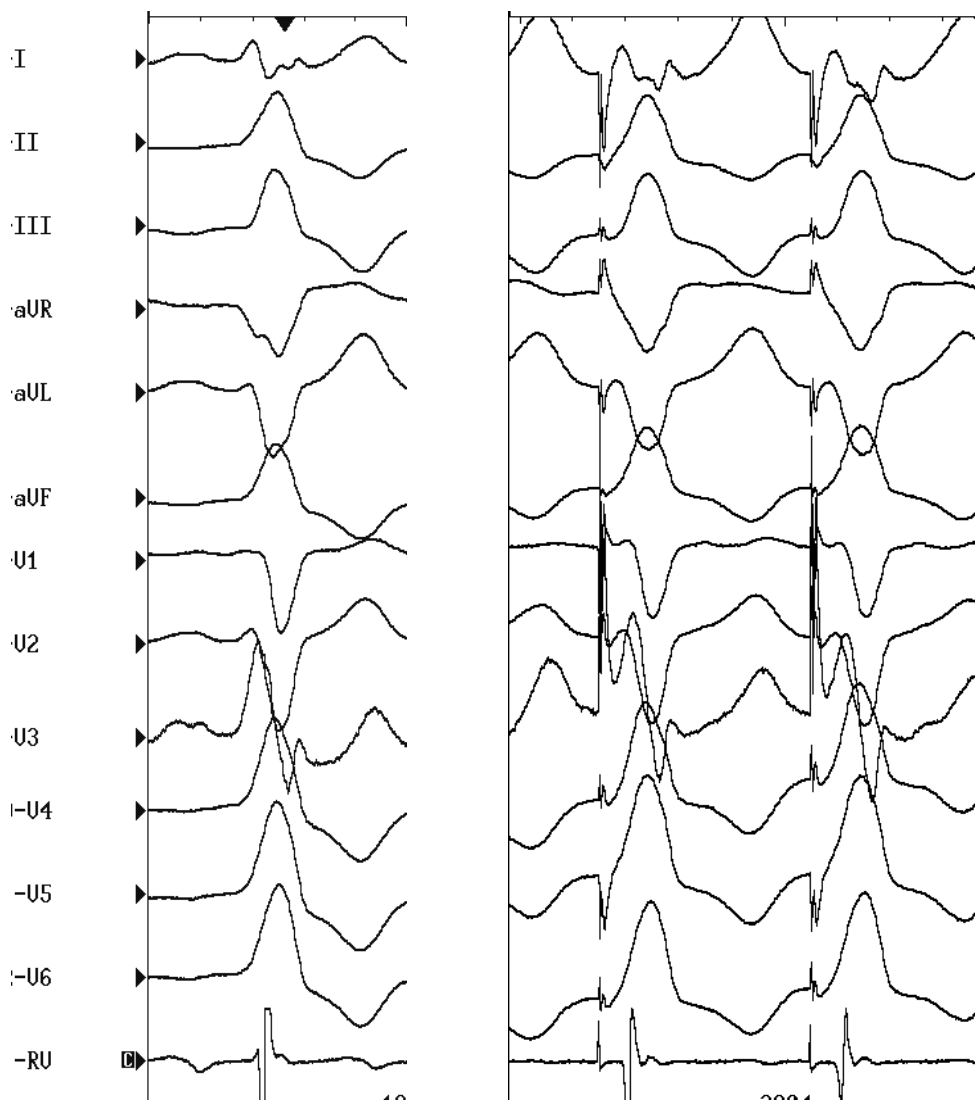
La TV de tracte de sortida de ventricle dret es la forma més freqüent de TV idiopàtiques. És conseqüència d'un mecanisme electrofisiològic consistent en post-despolaritzacions tardanes induïdes per catecolamines. Típicament afecta a persones de mitjana edat (30-50 anys) que presenten palpitations en relació a l'exercici físic o a l'estrès. Hi ha dues formes de presentació: la forma repetitiva o no sostinguda i la forma monomòrfica sostinguda. La forma més freqüent és la repetitiva o no sostinguda que esdevé després de l'exercici o durant el repòs. La forma monomòrfica sostinguda generalment es presenta durant l'exercici o l'estrès emocional. Ambdós tipus tenen un origen focal a nivell del tracte de sortida del ventricle dret, per sota de la vàlvula pulmonar. Per aquest motiu, presenta una morfologia típica de bloqueig de branca esquerra del feix de His i eix inferior, amb transició de V3-V4. Ocasionalment es poden observar taquicàrdies de comportament similar que s'originen al tracte de sortida del ventricle esquerre i que presenten un patró electrocardiogràfic semblant, però amb transició més precoç, generalment a V1-V2.

La decisió de tractar les TV de tracte de sortida de ventricle dret depèn de la freqüència i de la severitat dels símptomes, de tal manera que si la taquicàrdia és infreqüent o no simptomàtica no es precis iniciar cap tractament. En cas que s'associï a clínica presincopal o sincopal o quan provoca altres símptomes que limiten la qualitat

de vida, el tractament de primera elecció és el farmacològic. Els fàrmacs més utilitzats són els  $\beta$ -blocadors que assoleixen taxes d'eficàcia del 25-50%, seguits dels antagonistes del calci i antiarítmics del grup IC com la flecainida o del grup III com l'amiodarona o el sotalol. En aquells casos en què el tractament farmacològic no és eficaç o bé és tolerat malament pel pacient, l'ablació per radiofreqüència constitueix una alternativa eficaç.

#### Ablació per radiofreqüència en la TVTSVD:

El procés d'identificació de l'origen de la taquicàrdia durant l'estudi electrofisiològic es realitza mitjançant 2 tècniques de mapeig. En el cas que la taquicàrdia no sigui sostinguda o es porti a terme l'ablació d'extrasístoles freqüents, s'estimula des del catèter d'ablació en diferents punts del tracte de sortida fins a reproduir la morfologia exacta de l'extrasistòlia. Aquesta tècnica és coneguda com "pace-mapping" o topoestimulació (figura 1).



*Figura 1. Exemple de mapeig mitjançant topoestimulació en pacient amb extrasistòlia freqüent amb origen a tracte de sortida de ventricles dret. A-. Morfologia de l'extrasistòlia en situació basal amb la morfologia típica de BBEHH i eix inferior. B-. L'estimulació en un punt del tracte de sortida aconseguix reproduir la morfologia de l'extrasístole en 11 de les 12 derivacions, la qual cosa fa que el punt estimulat es consideri adequat per a l'ablació.*

Quan el procediment es realitza en situació de TV sostinguda, el focus de taquicàrdia s'identifica buscant el punt d'activació elèctrica més precoç que típicament precedeix el QRS en uns 15 msec o més. L'ablació de la TV del TSVD té una taxa d'èxit del 85% i en general s'associa a escasses complicacions, encara que s'han descrit perforacions del tracte de sortida<sup>2,3,4</sup>.

La TV idiopàtica del TSVE té una morfologia semblant a l'anterior, si bé presenta una ona "R" major que la ona "S" a V1 o una ona "R" ampla a V1, així com una transició més precoç a les derivacions precordials, generalment a nivell de V2-V3. El lloc d'origen pot trobar-se per sota de la vàlvula aòrtica o, de vegades, per sobre d'ella a nivell dels sins de Valsalva<sup>5</sup>. Quan ens trobem en aquesta darrera situació, és fonamental definir l'anatomia coronària abans de l'ablació.

#### 1.2.2-. Taquicàrdia ventricular fascicular esquerra

La TV fascicular esquerra (TVFE) pot ser interrompuda amb verapamil i per aquest motiu també és coneguda amb el nom de TV sensible al verapamil. Presenta una morfologia típica de BBDHH i desviació de l'eix cap a l'esquerra. Amb menor freqüència, l'eix pot estar desviat cap a la dreta (figura 2). LA TVFE es produeix per un mecanisme de reentrada a nivell del sistema His-Purkinje, amb l'origen més freqüent a la porció inferoseptal del ventricles esquerre (patró electrocardiogràfic amb eix desviat cap a l'esquerra), tot i que en algunes ocasions pot originar-se a la zona anteroseptal (patró electrocardiogràfic amb desviació de l'eix cap a la dreta).

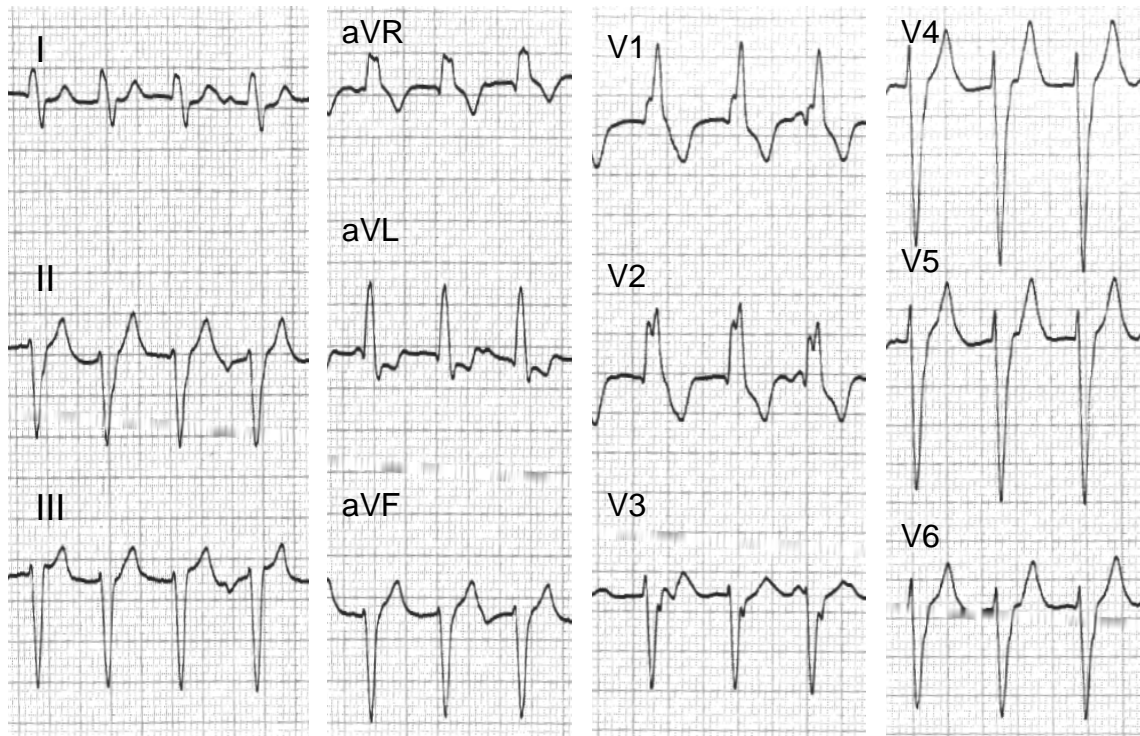


Figura 2. Patró electrocardiogràfic típic de la TV idiopàtica esquerra. Vegeu la morfologia de BBDHH amb eix superior i QRS no massa ample.

Generalment es sol presentar de forma sostinguda durant hores o dies, essent el símptoma més freqüent les palpitations. Afecta predominantment a homes d'uns 30 anys i sol ser ben tolerada hemodinàmicament. El pronòstic és benigne i el seu tractament ha d'anar dirigit al control de la simptomatologia. El verapamil és el fàrmac més utilitzat. Això no obstant, en pacients que no responen al tractament farmacològic, l'ablació amb catèter té un percentatge d'èxit pròxim al 100%<sup>6</sup>. El procediment es realitza mapejant la porció inferoseptal del ventricle esquerre guiada per topoestimulació (pace-mapping) o considerant el temps d'activació durant la taquicàrdia. En aquest segons cas, la identificació d'un potencial diastòlic precedint el QRS sol ser un marcador d'eficàcia durant l'ablació, aconseguint-se l'eliminació de la taquicàrdia mitjançant l'aplicació de radiofreqüència a l'esmentat punt<sup>7</sup>. Una altra estratègia consisteix en identificar electrogrames d'alta freqüència precedint el QRS, que corresponen a potencials del sistema His-Purkinje en la regió del fascicle inferoposterior. Aquests potencials també poden ser identificats en ritme sinusal i, en conseqüència, ésser sotmesos a ablació en aquells casos en què la taquicàrdia no és sostinguda o bé no es pot induir al laboratori.

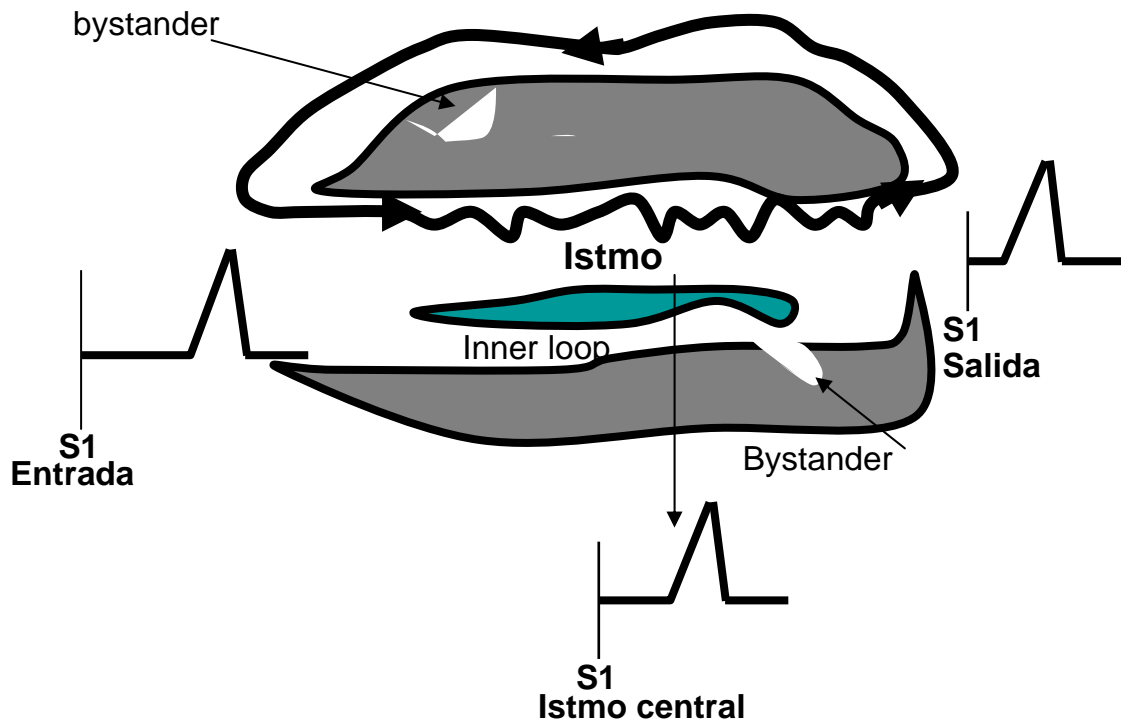
### 1.3-. TAQUICÀRDIA VENTRICULAR EN PACIENTS AMB CARDIOPATIA ESTRUCTURAL

En pacients amb cardiopatia estructural les TV s'originen en relació a àrees de cicatriu o fibrosi que constitueixen el substrat aritmogènic propici per tal que s'estableixi un mecanisme de reentrada<sup>8</sup>. Aquestes àrees de cicatriu poden observar-se en zones d'infart previ, miocardiopaties, displàsia aritmogènica de ventricle dret, sarcoïdosi o cicatrius post-cirurgia. En totes aquestes situacions es dona la coexistència d'àrees de bloqueig de la conducció conjuntament amb altres de conducció lenta, la qual cosa constitueix l'ingredient bàsic per a que es produeixi la reentrada.

La causa més comú de TVMS és la cardiopatia isquèmica amb infart previ. Les opcions de tractament en aquests pacients inclouen: el tractament antiarítmic, la implantació d'un desfibril·lador automàtic implantable (DAI), el tractament quirúrgic o l'ablació amb catèter. El tractament amb DAI assegura la interrupció de l'arítmia en la majoria de les ocasions, si bé entre un 40 i 70% de pacients portadors de DAI requereixen tractament antiarítmic addicional per al control de les TV. Per altra banda, amb el tractament antiarítmic aïllat la taxa de recurrències és superior al 30%. Per aquest motiu, en pacients amb TV recidivant tot i tractament antiarítmic, l'ablació per radiofreqüència ha demostrat ser una alternativa terapèutica eficaç per al control dels episodis de TV.

#### 1.3.1-. Ablació de TV estable en pacients amb cardiopatia isquèmica

La TV després d'un infart de miocardi ha estat àmpliament estudiada a nivell experimental i també a nivell intraoperatori en models humans. A partir d'aquests estudis es coneix que dins de la zona d'infart és possible trobar diversos circuits de reentrada. Aquests circuits s'estableixen entre zones de cicatriu elèctricament inactives que coexisteixen amb altres de miòcits que han sobreviscut a l'insult isquèmic. La coexistència d'aquestes zones de bloqueig de la conducció junt amb altres de conducció lenta dona lloc a fenòmens de reentrada (Figura 3).



*Figura 3. Representació esquemàtica del model de reentrada. L'impuls elèctric durant la taquicàrdia circula al voltant de 2 àrees de bloqueig (en gris) activant la resta del miocardi ventricular. L'istme representa la zona de conducció lenta que és la part fonamental del circuit per al sosteniment de la taquicàrdia. Aquesta zona pot ser identificada amb tècniques de mapeig mitjançant l'anomenat encarrilament (entrainment mapping) i constitueix l'objectiu de l'ablació. L'aplicació de radiofreqüència a aquest nivell interromp el circuit i, en conseqüència, la TV.*

Els pacients amb severa disfunció ventricular, infarts extensos, zones d'aneurisma o disquinèsia i aquells amb cardiopatia crònica de llarga evolució són els que presenten major risc de presentar TV. L'avaluació inicial del pacient amb TV isquèmica inclou, per una banda, la valoració d'aspectes referents a la pròpia cardiopatia de base, com la severitat de la disfunció sistòlica, la presència d'insuficiència mitral severa o d'isquèmia activa i, per altra banda, la valoració de les característiques pròpies de la TV. Entre aquestes darreres, cal tenir en compte si la TV és o no monomòrfica, si es sostinguda i com es tolera hemodinàmicament. El pacient ideal per a dur a terme un procediment d'ablació seria aquell que presentés una TV monomòrfica sostinguda i estable, amb bona tolerància hemodinàmica i fàcilment induïble al laboratori. En aquests pacients el procediment d'ablació es basa en el mapeig del circuit de reentrada durant la taquicàrdia, mitjançant la tècnica d'encarrilament (en anglès "entrainment mapping") amb la finalitat de localitzar l'istme o zona de conducció lenta del circuit, ja



que l'aplicació de radiofreqüència en aquest punt interromp la taquicàrdia. Els estudis realitzats fins a ara es basen en resultats observacionals de pacients amb TV estable i ben tolerada hemodinàmicament, amb taxes d'èxit al voltant del 70%. Per tant, existeix un 20-40% de pacients que presenten recidives al llarg del seguiment. Aquestes recidives poden ser degudes a la presència de circuits amb istmes grans o a la localització d'aquests circuits en profunditat a nivell intramural o, fins i tot epicàrdic, la qual cosa fa que siguin de difícil accés des de l'endocardi.

Actualment l'abordatge d'aquests substrats de localització profunda és possible gràcies al desenvolupament de catèters de punta irrigada amb capacitat de realitzar lesions a major profunditat, així com a la utilització de l'accés epicàrdic mitjançant punció subxifoïdal.

Catèters amb sistema d'irrigació a la punta:

Una de les limitacions per a l'aplicació de potència suficient durant l'ablació deriva de la temperatura que assoleix la interfase catèter-endocardi, de manera que quan la temperatura en aquest punt supera el 100°C, té lloc la desnaturalització de les proteïnes i la formació de coàguls que limiten la potència administrada. Gràcies a l'aparició de catèters irrigats, la punta del catèters es manté refrigerada, la qual cosa permet administrar major potència i crear lesions de fins a 7 mm de profunditat, és a dir, molt superior a la que ofereixen els catèters convencionals (2-3 mm)<sup>9</sup>. Això permet accedir a TV d'origen més profund dins del miocardi ventricular. Existeixen 2 tipus de catèters d'irrigació aprovats per la FDA. Un d'ells disposa d'un circuit de sèrum tancat i l'altre es basa en un sistema d'irrigació extern amb orificis a la punta, la qual cosa presenta com a limitació que es produeix una sobrecàrrega hídrica per al pacient durant el procediment. Per aquest motiu, la selecció d'un o altre sistema s'ha de valorar acuradament, tenint en compte que molts dels pacients tributaris d'aquests procediments presenten disfunció ventricular important, motiu pel qual la sobrecàrrega de volum pot ser especialment perjudicial.

Ablació de la via epicàrdica:

A partir dels estudis de Sosa *et al* portats a terme a Brasil, cada vegada s'utilitza més l'accés epicàrdic per al tractament de les TV quan l'ablació endocàrdica ha resultat

fallida. Aquesta tècnica consisteix en accedir a l'espai epicàrdic a través de punció pericàrdica realitzada a la regió subxifoïdal. Mitjançant la introducció de contrast, es localitza l'espai pericàrdic, s'hi introdueix un introductor segons la tècnica de Seldinger i, a través d'aquest, un catèter de mapeig-ablació. Les complicacions d'aquesta tècnica són poc freqüents, tot i que s'han descrit lesions del nervi frènic i cal tenir present en tot moment la localització de l'arbre coronari, essent necessari de vegades la realització d'una coronariografia per descartar l'aplicació de radiofreqüència sobre una branca coronària, especialment en les porcions més basals del ventricle. Sosa *et al* ha reportat fins a un 35% de circuits epicàrdics tan en pacients amb cardiopatia isquèmica com aquells amb miocardiopatia dilatada ja sigui idiopàtica o secundària a malaltia de Chagas, amb una taxa d'efectivitat del procediment epicàrdic del 50%. Per tant, es tracta d'un procediment a considerar en pacients en els quals l'ablació endocàrdica resulta fallida i que presenten un ECG compatible amb TV d'origen epicàrdic o bé que presenten alguna dificultat en el mapeig endocàrdic, com per exemple les pròtesis valvulars del cor esquerre.

### 1.3.2-. Ablació de TV inestable. Ablació del substrat anatòmic

La majoria dels pacients amb TV isquèmica presenten múltiples episodis arítmics, algun dels quals són mal tolerats hemodinàmicament i, en conseqüència, impossibles de mapejar durant la TV. En aquests pacients la caracterització del substrat anatòmic en ritme sinusal pot ser d'utilitat per a guiar el procediment d'ablació. Això és possible gràcies a l'aparició de sistemes de navegació que permeten crear una imatge tridimensional de la cavitat ventricular en funció del voltatge de la senyal elèctrica. Així, les àrees de cicatriu o fibrosi apareixen com de baix voltatge elèctric (generalment inferior a 1.5 mV) comparades amb el teixit sa (voltatge superior a 1.5 mV). La codificació en color del voltatge elèctric permet definir la zona d'infart o el substrat anatòmic sobre el qual s'origina la taquicàrdia. Aquest fet, unit a les tècniques clàssiques de mapeig com la topoestimulació (pace mapping) permet seleccionar de forma més precisa l'origen de la TV en ritme sinusal o bé tenint el pacient en TV durant menys temps. Una vegada localitzada la zona relacionada amb la TV, el procediment consisteix en realitzar línies d'ablació al llarg de la vora de la cicatriu o bé connectant aquestes zones amb àrees de bloqueig anatòmic com seria l'anell mitral. Els diferents

estudis publicats que utilitzen aquest mètode per al tractament de TV refereixen un percentatge d'èxit del 70%, sense complicacions greus<sup>10,11</sup>.

1.3.3-. Ablació de TV en el context de cardiopatia estructural no isquèmica. Formes específiques de taquicàrdia ventricular

-Displàsia aritmogènica de ventricle dret: l'ablació per radiofreqüència pot ser una alternativa per al control de les recurrències conjuntament amb la implantació de DAI.

-Miocardiopatia dilatada no isquèmica: la majoria de les TVMS són degudes a mecanismes de reentrada al voltant d'una zona de cicatriu. Estudis recents han mostrat la presència de zones de baix voltatge elèctric localitzades a nivell de la base del ventricle esquerre i també al voltant de la vàlvula mitral<sup>12</sup>. El 88% de les TV mapejades tenen un origen en relació a aquestes àrees de cicatriu. No obstant, entre un 10-30% poden ser degudes a reentrades a nivell de les branques del sistema de Purkinje<sup>13,14</sup> i menys freqüentment, algunes són conseqüència d'un mecanisme focal per augment de l'automatisme.

-Taquicàrdia ventricular per reentrada de branques (TVRB): aquesta forma específica de TV es deu a un mecanisme de macroreentrada a nivell de les branques del sistema His Purkinje. La forma més comú s'estableix en circular l'ona d'activació a través de la branca esquerra en sentit ascendent i a través de la branca dreta en sentit descendent (Figura 5). Això dona lloc a una morfologia característica de bloqueig de branca esquerra durant la taquicàrdia. En alguns casos el circuit s'estableix en sentit contrari al descrit anteriorment, és a dir, en sentit ascendent per la branca dreta i descendent per la branca esquerra, donant lloc a morfologia de bloqueig de branca dreta durant la TV. Generalment la TVRB afecta a pacients amb dilatació ventricular i alteracions de la conducció a nivell del sistema His Purkinje. L'ablació amb catèter de la branca dreta és el tractament d'elecció, amb un èxit pràcticament del 100%<sup>15</sup>. La presència de trastorn de conducció en aquests pacients fa que un 20-30% requereixin marcapassos. Per altra banda, fins en un 60% dels casos es pot induir altres TV per reentrada i, en conseqüència són tributaris de DAI.

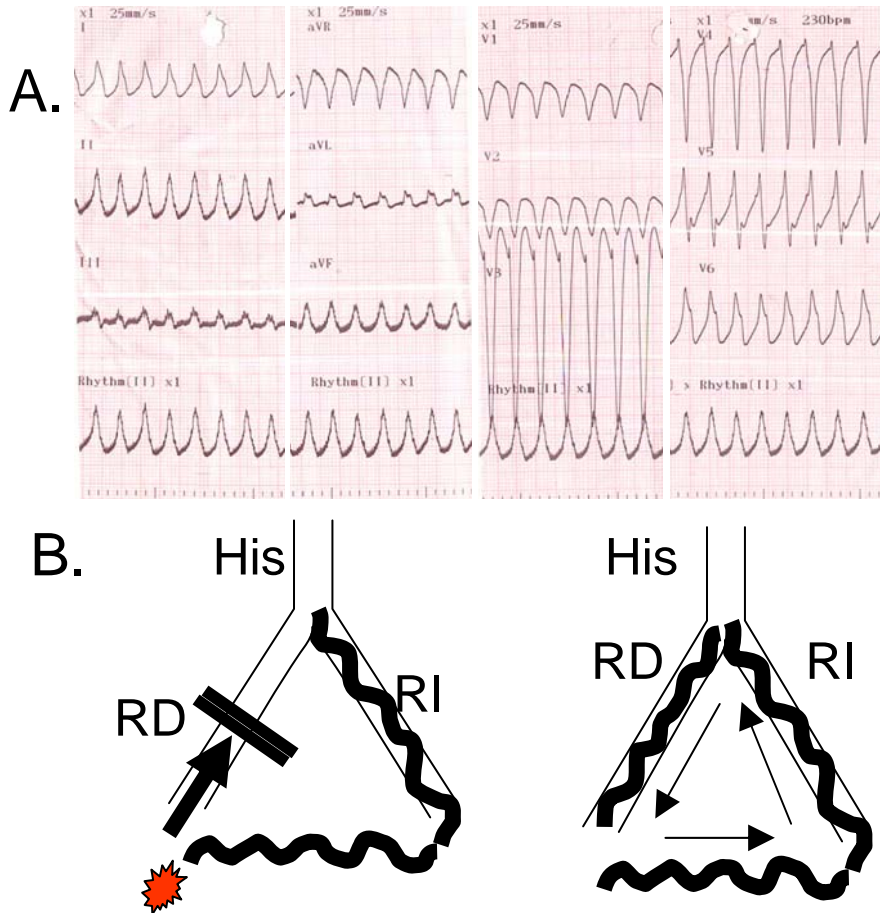


Figura 5

Figura 5. A-. ECG de TV per reentrada de branques. Vegeu la morfologia típica de bloqueig de branca esquerra. B-. La figura mostra esquemàticament el mecanisme pel qual es produeix la reentrada de branques. A l'esquerra s'observa com un extrasístole ventricular envaeix retrògradament el sistema de conducció però és bloquejat a nivell de la branca dreta. L'estímul progressa llavors a través del septum interventricular fins a trobar la branca esquerra, la qual cosa provoca un retràs en la conducció que afavoreix que la branca dreta es recuperi del bloqueig i sigui capaç de conduir l'impuls anterògradament, establint-se així la reentrada a través de les dues branques del feix de His.

#### 1.4-. CONCLUSIÓ

L'eficàcia de l'ablació amb catèter en les TV depèn de l'etiologia i de la localització de la TV. La taxa d'eficàcia és elevada en les TV idiopàtiques, mentre que en les TV per reentrada en el context de cardiopatia estructural baixa al 70% degut a una major dificultat del procediment i a la presència d'un substrat anatòmic amb potencial aritmogènic. Malgrat tot, en aquests pacients l'ablació és de gran utilitat en el control de la TV ja que les rítmies recidivants poden provocar teràpies freqüents en portadors de DAI. L'aparició de sistemes de navegació que permeten la caracterització del substrat anatòmic i la integració d'aquests sistemes amb l'electrofisiologia bàsica, ha permès abordar el tractament de les taquicàrdies inestables sense necessitat de tenir al pacient en TV de forma persistent i limitant la lesió per radiofreqüència al miocardi malalt sense afectar al sa. En el moment actual, l'ablació de pacients amb TV inestable és un tractament addicional a la teràpia amb DAI.

## **2.- ABLACIÓ AMB CATÈTER DE LA FIBRIL·LACIÓ AURICULAR**

### 2.1.- INTRODUCCIÓ

L'ablació de la FA es actualment un dels camps de major investigació en electrofisiologia. Tot i que es tracta de l'arítmia més freqüent en la pràctica clínica, la FA és poc coneguda des del punt de vista del seu mecanisme electrofisiològic. Alguns estudis experimentals han mostrat la presència de múltiples circuits de reentrada que es propaguen de forma continuada per l'aurícula fent que l'arítmia es perpetui per si mateixa<sup>16,17</sup>. No obstant, estudis en humans han demostrat que la FA es pot originar a partir de focus ectòpics localitzats en les venes pulmonars i que aquests focus poden ser eliminats mitjançant ablació per radiofreqüència<sup>18</sup>. Aquests focus poden donar lloc a descàrregues úniques i en aquest cas es manifesten com extrasístoles d'inscripció molt precoç sobre la ona T de l'electrocardiograma; descàrregues múltiples a un cicle que simula un patró de taquicàrdia auricular monomòrfica o de flutter; o bé descàrregues molt ràpides i irregulars que són desencadenants d'episodis de FA, els quals posteriorment es perpetuen independentment de la descàrrega del focus originari. Aquests focus es localitzen de forma predominant a nivell de les venes pulmonars, però també poden localitzar-se en altres estructures de l'aurícula com la vena cava superior, el lligament de Marshall, el si coronari o teixit pròpiament auricular, sobretot de la paret posterior de l'aurícula esquerra.

### 2.2.- TÈCNIQUES D'ABLACIÓ

El coneixement dels mecanismes implicats en la gènesi de la FA ha portat al desenvolupament de diferents tècniques d'ablació amb catèter dirigides per una banda, al tractament dels focus que desencadenen l'arítmia i per l'altra, al del substrat anatómic capaç de perpetuar-la. Hi ha 2 procediments d'ablació per al tractament de la FA: un descrit per Haissaguerre i col·laboradors dirigit a l'aïllament elèctric de les venes pulmonars, i l'altre descrit per Pappone, que té per objectiu modificar el substrat anatómic del teixit auricular capaç de perpetuar l'arítmia.

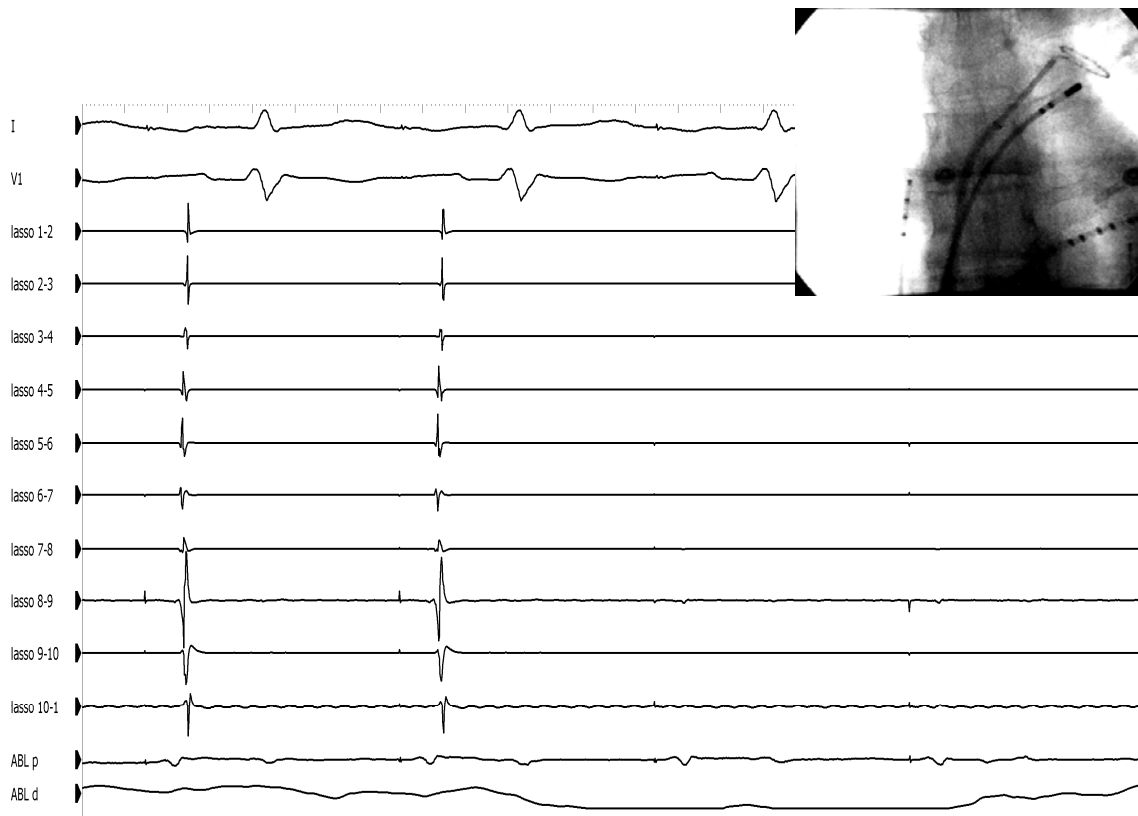
#### 2.2.1.-Preparació per al procediment:

Ambdós procediments requereixen l'anticoagulació del pacient almenys durant un mes previ al procediment, així com la realització d'un ecocardiograma transesofàgic

que descarti la presència de trombus intracavitaris. L'accés a l'aurícula esquerra es realitza mitjançant punció transeptal, la qual cosa permet col·locar un o dos catèters per a mapeig i ablació.

#### 2.2.2-. Aïllament elèctric de les venes pulmonars:

L'objectiu d'aquesta tècnica descrita inicialment per Haissaguerre i col·laboradors consisteix en impedir que l'activitat elèctrica de les venes pulmonars accedeixi a l'aurícula esquerra. El mapeig de l'activitat elèctrica de les venes pulmonars es realitza habitualment durant ritme sinusal o durant estimulació auricular des de la porció més distal del si coronari. Es col·loca un catèter multipolar circular a l'ostium de la vena des d'on s'obté el registre de l'activitat auricular local seguit d'un potencial d'inscripció aguda que correspon a l'activitat de la vena pulmonar. L'ablació s'ha de realitzar com més proximalment a l'ostim possible, ja que l'ablació a l'interior de la vena pulmonar pot provocar l'estenosi de les venes pulmonars, amb conseqüències dramàtiques per al pacient. La total desconexió de la vena es produeix quan s'observa la dissociació d'ambdós potencials, tal i com es mostra a la figura 6. Quan el ritme sinusal no es pot mantenir de forma estable, es pot realitzar l'ablació durant fibril·lació auricular.



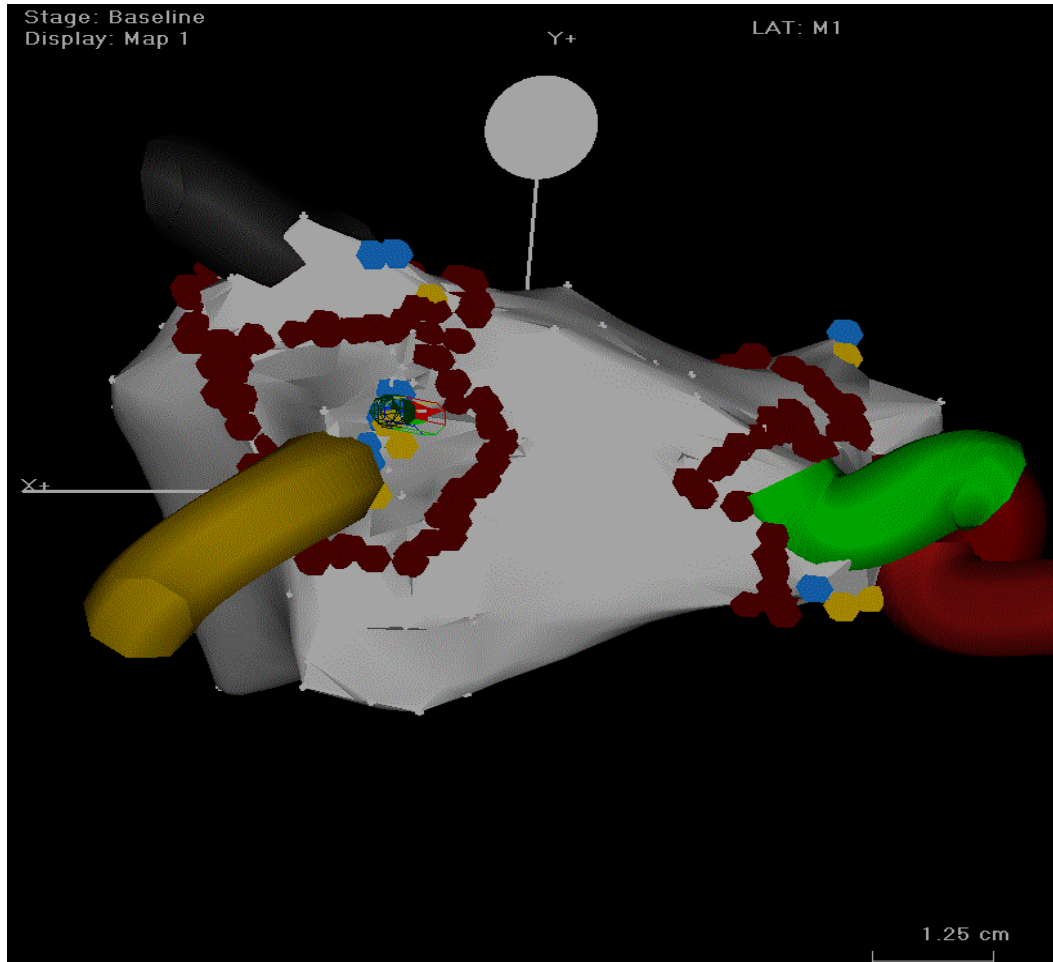
*Figura 6. Desconnexió elèctrica de la vena pulmonar superior esquerra mitjançant ablació per radiofreqüència. Vegeu la desaparició del potencial de vena pulmonar al tercer batec sinusal. A la imatge fluoroscòpica s'observa la posició del catèter circular a l'interior de la vena i el mapeig-ablació més proximal a nivell de l'ostium.*

### 2.2.3-. Ablació circumferencial (Pappone)

L'ablació circumferencial desenvolupada per Pappone consisteix en la realització de línies d'ablació que engloben de forma circumferencial l'ostium de les venes pulmonars esquerres i dretes de forma separada. D'aquesta manera, es creen línies de bloqueig de la conducció elèctrica que procedeix de l'interior de la vena. L'objectiu d'aquest procediment es reduir el voltatge de la senyal elèctrica en un 90% o a nivells inferiors a 0.05 mV a la línia realitzada. El procediment es completa de vegades afegint una altra línia de que connecta les circumferències realitzades al voltant de les venes pulmonars a través de la paret posterior de l'aurícula esquerra i una altra línia d'ablació entre la porció lateral de l'anell mitral i les venes pulmonars esquerres a nivell de l'anomenat istme mitral. Aquesta darrera línia és important per evitar el desenvolupament de macroentrades a l'aurícula esquerra que generalment són dependents de l'istme mitral i de caràcter incessant. L'ablació circumferencial de la FA



requereix una reconstrucció electroanatòmica de l'aurícula esquerra, la qual cosa implica la utilització de moderns sistemes de navegació com el CARTO (Biosense Webster) o EnSite (St. Jude Medical) (Figura 7).



*Figura 7. Ablació circumferencial segons la tècnica de Pappone. Vegeu les línies d'ablació (punts vermells) al voltant de les venes pulmonars en una vista posterior de l'aurícula esquerra.*

Aquests sistemes proporcionen una imatge tridimensional de l'aurícula i la possibilitat de reconstruir en forma de tubs les venes pulmonars i els anells valvulars. A més a més, permet la navegació amb catèter sense necessitat de fer ús de la fluoroscòpia i per tant, disminueix l'exposició a la radiació de l'operador i del pacient. Les últimes dades publicades per Pappone sobre un total de 3980 pacients, mostren una taxa d'èxits del 90% en FA paroxística i del 80% en pacients amb FA permanent<sup>19</sup>.

#### 2.2.4-.Complicacions

S'han descrit diverses complicacions que poden aparèixer després de la realitzar ablació per radiofreqüència a l'aurícula esquerra.

Estenosi de venes pulmonars
Embassament pericàrdic
Taponament cardíac
Ictus/AIT embòlic
Fístula atrio-esofàgica
Fístula atrio-esofàgica

*Tabla 1. Posibles complicaciones de la ablacion de la FA.*

Inicialment, l'ablació dels focus a l'interior de les venes pulmonars va resultar en una incidència elevada d'estenosis d'aquestes venes (42%), complicació que ha disminuït progressivament gràcies a la realització de l'ablació més proximal a nivell de l'ostium de les venes pulmonars. Per altra banda, després de l'ablació circumferencial, s'ha documentat una elevada incidència de flutter auricular incisional i generalment incesant degut a l'existència de gaps de conducció a les línies d'ablació. Altres complicacions poden ser el taponament cardíac, l'embolisme cerebral, la lesió del nervi frènic o, fins i tot, la mort. El grup de Pappone ha reportat recentment un dels primers casos de fístula atrio-esofàgica com a conseqüència de l'aplicació de radiofreqüència a la paret posterior de l'aurícula<sup>20</sup>. La recomanació d'aquests autors a fi i efecte d'evitar aquesta complicació és limitar la temperatura màxima a la paret posterior de l'aurícula esquerra i substituir la línia d'ablació de la paret posterior per una altra a nivell del sostre de l'aurícula esquerra.

#### 2.2.5-. Eficàcia

L'ablació de la FA és un procediment laboriós i variable en cada pacient depenent de l'anatomia i que a més requereix una corba d'aprenentatge. A l'actualitat, en laboratoris experimentats, l'ablació de la FA pot realitzar-se amb una taxa d'èxit superior al 70-80% i una duració del procediment acceptable de 1-2 hores<sup>21</sup>. A la taula es mostren dades referents als resultats de diferents laboratoris publicats des de l'inici de la tècnica (Taula 2).

	Haissaguerre	Chen	Haissaguerre	Pappone	Oral
Patients	45	79	90	26	70
Approach	Focal	Focal	Focal/ostial	FAP y per circunferencial	FAP y per ostial
Heart disease	31%	50%	30%	31%	10%
Follow-up months	8±6	6±2	8±5	9±3	5±3
Freedom AF	62%	86%	71%	65%	70%
PV stenosis (%)	2%	2,5% (42% narrowing)	3%	0%	2,8% (Narrowing)

Tabla 2. Resultats i complicacions de l'ablació de la FA, en diferents estudis publicats des de l'inici de la tècnica.

Recentment s'ha publicat el primer estudi randomitzat que compara l'ablació com a teràpia de primera elecció respecte el tractament farmacològic<sup>22</sup>. En aquest estudi es reporta una menor taxa de recurrències i d'hospitalitzacions, així com una millor qualitat de vida en els pacients sotmesos a ablació com a primera línia de tractament, respecte que reben fàrmacs antiarítmics.

#### 2.2.6-. Indicacions de l'ablació

Les indicacions inicials de l'ablació amb catèter de la FA inclouen pacients amb FA paroxística refractària a tractament farmacològic. No obstant, el desenvolupament de la tècnica ha afavorit l'ampliació de les indicacions. En els darrers anys, hem assistit a la publicació d'articles de gran interès referents a l'aplicació de la tècnica d'ablació no només en pacients amb FA paroxística sinó també en aquells amb FA permanent. Si bé, s'han descrit millors resultats a llarg termini en el cas de la FA paroxística<sup>23</sup>, a l'actualitat la FA permanent s'està tractant amb èxit. Dades publicades pel grup de

Haissaguerre en pacients amb FA permanent i disfunció ventricular esquerra han mostrat una millora significativa de la fracció d'ejecció després del procediment independentment de que tinguessin o no un bon control de la freqüència cardíaca pre-procediment<sup>24</sup>. De la mateixa manera, el grup de Pappone ha reportat la possibilitat d'oferir el procediment a pacients portadors de pròtesi mitral en FA permanent<sup>25</sup>.

Així doncs, podem afirmar que el potencial curatiu de l'ablació per catèter de la fibril·lació auricular, ha despertat un especial interès en els laboratoris d'electrofisiologia que ha afavorit el desenvolupament i perfeccionament de la tècnica. No obstant, el procediment continua essent complex, no exempt de complicacions potencialment greus i requereix la utilització de sistemes de mapeig sofisticats que encareixen el procés de forma considerable. Per altra banda, els prometedors resultats reportats a la literatura provenen de laboratoris amb una àmplia experiència en aquesta tècnica i per tant, caldria preguntar-se fins a quin punt es poden reproduir els mateixos resultats en laboratoris més modestos. Recentment s'han publicat els resultats de l'ablació amb catèter de la FA en un total de 90 centres de tot el món<sup>2626</sup>. Es van tractar un total de 8745 pacients amb FA paroxística, persistent o permanent, dels quals un 27% va requerir més d'un procediment. En un seguiment a 11±7 mesos, un 52% dels pacients es van mantenir asimptomàtics sense tractament antiarítmic i un 23% sota tractament antiarítmic que abans de l'ablació havia resultat ineficaç. En un 6% dels pacients es van descriure complicacions greus.

#### 2.2.7-. Conclusions

Malgrat els resultats prometedors de l'ablació amb catèter de la FA, es tracta d'una tècnica encara sota desenvolupament i, per tant, no aplicable a tots els pacients que presenten FA. No obstant, s'hauria de considerar aquest procediment com alternativa al tractament de pacients amb FA simptomàtica, refractària al tractament antiarítmic. En els pròxims anys, cal esperar un major desenvolupament de la tècnica així com un millor coneixement dels mecanismes electrofisiològics que sustenten la FA, la qual cosa ha de permetre aplicar aquest procediment a la majoria de pacients, amb nivells adequats d'eficàcia i seguretat.

## Bibliografia

- 
- <sup>1</sup> Almendral J, Marín E, Medina O, Peinado R, Pérez L, Ruiz Granell R, Viñolas X. Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en arritmias cardíacas. *Rev Esp Cardiol* Vol. 54, Núm. 3, Marzo 2001; 307-367.
  - <sup>2</sup> Dixit S, Gerstenfeld EP, Callans DJ et al. Electrocardiographic patterns of superior right ventricular outflow tract tachycardias: distinguishing septal and free-wall sites of origin. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2003, 14:1-7.
  - <sup>3</sup> Vestal M, Wen MS, Yeh SJ, et al.: Electrocardiographic predictors of failure and recurrence in patients with idiopathic right ventricular outflow tract tachycardia and ectopy who underwent radiofrequency catheter ablation. *J. electrocardiol* 2003, 36:327-332.
  - <sup>4</sup> Borger Van der Burg AE, de Groot NM, van Erven L, et al: Long term follow-up after radiofrequency catheter ablation of ventricular tachycardia: a successful approach? *J Cardiovasc Electrophysiol* 2002, 13: 417-423.
  - <sup>5</sup> Ouyang F, Fothi P, Ho SY et al.: Repetitive monomorphic ventricular tachycardia originating from the aortic sinus cusp: electrocardiographic characterization for guiding catheter ablation. *J Am Coll Cardiol* 2002;39:500-508.
  - <sup>6</sup> Nakagawa H, Beckman KJ, McClelland JH et al. Radiofrequency catheter ablation of idiopathic left ventricular tachycardia guided by a Purkinje potential. *Circulation* 1993; 88:2607-2617.
  - <sup>7</sup> Wen MS, Yeh SJ, Wang CC et al. Successful radiofrequency ablation of idiopathic left ventricular tachycardia at a site away from the tachycardia exit. *J Am Coll Cardiol* 1997; 30:1024-1031.
  - <sup>8</sup> De Chillou C, Lacroix D, Klug D, et al.: Isthmus characteristics of reentrant ventricular tachycardia after myocardial infarction. *Circulation* 2002, 105: 726-731.
  - <sup>9</sup> Calkins H, Epstein A, Packer D, et al.: Catheter ablation of ventricular tachycardia in patients with structural heart disease using cooled radiofrequency energy: results of a prospective multicenter study. Cooled RF Multi Center Investigators Group. *J Am Coll Cardiol* 2000, 35:1905-1914.
  - <sup>10</sup> Marchlinski FE, Callans DJ, Gottlieb CD, et al.: Linear ablation lesions for control of unmappable ventricular tachycardia in patients with ischemic and nonischemic cardiomyopathy. *Circulation* 2000, 101:1288-1296
  - <sup>11</sup> Soejima D, Suzuki M, Maisel WH, et al.: Catheter ablation in patients with multiple and unstable ventricular tachycardias after myocardial infarction :short ablation lines guided by reentry circuit isthmuses and sinus rhythm mapping. *Circulation* 2001, 104: 664-669
  - <sup>12</sup> Hsia HH, Callans D, Marchlinski FE.: Characterization of endocardial electrophysiological substrate for monomorphic ventricular tachycardia in patients with nonischemic cardiomyopathy and monomorphic ventricular tachycardia. *Circulation* 2003; 108: 704-710.
  - <sup>13</sup> Delacretaz E, Stevenson WG, Ellison KE, et al. : Mapping and radiofrequency catheter ablation of the three types of sustained monomorphic ventricular tachycardia in nonischemic heart disease. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2000;11:11-17.
  - <sup>14</sup> Lopera G, Stevenson WG, Soejima K, et al.: Identification and ablation of three types of ventricular tachycardia involving the His-Purkinje system in patients with heart disease. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2004, 15:52-58.
  - <sup>15</sup> Blanck Z, Dhala A, Deshpande S, et al. Bundle branch reentrant ventricular tachycardia: Cumulative experience in 28 patients. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1993;4:253-262.
  - <sup>16</sup> Moe GK, Abildskov JA. Atrial fibrillation as a self-sustaining arrhythmia independent of focal discharge. *Am Heart J* 1959; 58:59-70.
  - <sup>17</sup> Allesie MA, Konings K, Kirchhof CJHJ et al. Electrophysiologic mechanisms of perpetuation of atrial fibrillation. *Am J Cardiol* 1996; 77:10A-23A.
  - <sup>18</sup> 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;339:659-66.
  - <sup>19</sup> Pappone C, Santinelli V. Who, what, why and how-To Guide circumferential pulmonary vein ablation. *JCE* 15;10:1226-1230.
  - <sup>20</sup> Pappone C, Oral H, Santinelli V, Vicedomini G, Lang C, Manguso F, Torraca L et al. Atrio esophageal fistula as a complication of percutaneous transcatheter ablation of atrial fibrillation. *Circulation* 2004;109:2724-2726.
  - <sup>21</sup> Hocini M, Sanders P, Jais P, Hsu L, Takahashi Y, Rotter M, et al. Techniques for curative treatment of atrial fibrillation. *JCE* 15;12:1467-1471.

<sup>22</sup> Oussama M, et al. Radiofrequency ablation versus antiarrhythmic drugs as first line treatment of symptomatic atrial fibrillation. JAMA 2005;293:2634-2640

<sup>23</sup> Oral H, Knight B, Tada H, Ozaydin M, Chug A, Hassan S, et al. Pulmonary vein isolation for paroxysmal and persistent atrial fibrillation. Circulation 2002; 105:1077-1081.

<sup>24</sup> Hsu L, Jais P, Sanders P, Garrigue S, Hocini M, Sacher F, Takahashi Y et al. Catheter ablation for atrial fibrillation in congestive heart failure. N Engl J Med 2004;351: 2373-83.

<sup>25</sup> Lang C, Santinelli V, Augello G, Ferro A, Gugliotta F, Gulletta S, Vicedomini G, Mesas C et al. J Am Col Cardiol 2005;15:868-72

<sup>26</sup> Cappato R, Calkins H, Chen S, Davies W, Iesaka Y, Kalman J et al. Worldwide Survey on the methods, efficacy and safety of catheter ablation for human atrial fibrillation. Circulation 2005;111:2100-2105.