

Bipolar biparietal bidirectional application of radiofrequency in experimental in vitro/in vivo environment

Citation for published version (APA):

Matteucci, F. (2021). *Bipolar biparietal bidirectional application of radiofrequency in experimental in vitro/in vivo environment*. Maastricht University. <https://doi.org/10.26481/dis.20211214fm>

Document status and date:

Published: 01/01/2021

DOI:

[10.26481/dis.20211214fm](https://doi.org/10.26481/dis.20211214fm)

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

Summary

Atrial fibrillation (AF) is foreseen to represent one of the most impacting diseases in future decades, affecting tens of millions of people. Patients suffer from relevant symptoms like dyspnea and palpitations, causing a low quality of life and, in extreme situations, psychological disturbances leading to suicide. It is also responsible for 3 to 5 fold increased risks for stroke, thromboembolic phenomena, dementia, etc. AF is a progressive disease that starts as sporadic episodes that terminate within seven days (paroxysmal) or last longer (non-paroxysmal). Abnormal electric activity generated outside the physiological pathways is the cause of the pathology. Together with drug treatment, endocardial catheter ablation is a very efficient procedure to eliminate the electric segments responsible for aberrant electric activity.

The remarkable development of electrophysiology has led to significant improvements in electric mapping of the heart in the last decade, showing very accurate localization of ectopic foci. Thoracoscopic epicardial ablation has developed with the increasing enhancements of surgical tools, representing to date valuable treatment options. Although it has overcome some limitations of endocardial catheter ablation in creating reliable lesions, and although it is not as invasive as the Cox-Maze IV, thoracoscopic epicardial ablation lacks the efficacy of electrophysiology in identifying the involved atrial segments.

Unfortunately, in the more complicated forms of AF, like longstanding persistent, both the procedures have poor results in terms of freedom of AF over a long period. A decisive step has been made introducing hybrid ablation that combines the two techniques to gain advantages from the positive aspects of both. One of the most debated aspects is the time between the procedures. Some suggest that the lesion needs weeks or months to mature, whereas others prefer a single procedure where the electrophysiologist and the cardiac surgeons operate in alternation. In Chapter 2 we described the in vitro results of different deferred procedural time (1 hour to 4), and we also tested the outcome of a simultaneous application. Our findings suggest that the contemporary energy delivery produced better results in lesion dimensions, even if no transmural lesion was observed.

It is a commonly believed that the long-term freedom from AF is substandard due to an electric reconnection of the segments used in the treatments. Gaps, even

smaller than 1 mm, are responsible for that. Among the tools used in the thoracoscopic epicardial procedure, bipolar clamps have been demonstrated to be the fastest and most reliable system to create transmural lesions either in open or in closed procedures. The biparietal bipolar concept provides the interposition of the tissue between the electrodes. In Chapters 3 and 4, we evaluated the in vitro efficacy of two hand-made catheters with biparietal bipolar radiofrequency application. We found that both catheters compared with simultaneous or delayed mono/bipolar radiofrequency, the biparietal bipolar settings having produced 90% of transmural lesions (Chapter 3). Furthermore, in a similar fashion we tested the differences between uniparietal and biparietal bipolar radiofrequency application, and we confirmed the superiority of the latter in making transmural lesions (Chapter 4).

The hybrid ablation approach allows making a set of lesions using radiofrequency bipolar clamps as well as bipolar pens to make linear lesions on the epicardial side. The clamp is used to surround the pulmonary veins, and linear pens are commonly used to make the inferior and superior line, connecting the aforementioned pulmonary vein lesions.

One of the most crucial drawbacks pointed out by many studies is represented by the frequent presence of gaps in those linear lesions, causing a post-procedural electric reconnection and consequently the patient is readmitted for a new treatment. In particular, the inconstant contact of the electrodes on an irregular moving surface such as a beating heart and the point by point technique seem to have big limitations for bipolar pens. In consideration of that, in Chapter 5, we evaluated the results of hand made bipolar biparietal prototypes. We used magnet force to align the internal and external catheters and a unique linear electrode to produce the linear set in one move. The results were encouraging because we obtained 100% transmural lesions in all the sections evaluated along the length of the lesions. In Chapter 6 we assessed the proof-of-concept in vivo study, where we modified the previously described prototype to fit into the left atrium of 4 four pigs employed for the purpose. The post mortem analysis of the heart showed a transmural lesion in all the animals used for the study.

Samenvatting

Verwacht wordt dat atriumfibrilleren (AF) in de komende decennia één van de ingrijpendste ziektes zal zijn die miljoenen mensen zal treffen. Patiënten vertonen relevante symptomen, zoals dyspneu en palpitaties, die een lage levenskwaliteit en, in extreme gevallen, psychologische stoornissen die tot zelfmoord leiden tot gevolg hebben. AF is ook verantwoordelijk voor een 3 tot 5 maal hoger risico op hartinfarcten, trombo-embolische verschijnselen, dementie enz. AF is een progressieve ziekte die begint met sporadische episodes die binnen zeven dagen vanzelf stoppen (paroxysmaal) of langer duren (niet-paroxysmaal). De oorzaak van de pathologie is een abnormale elektrische activiteit die buiten de fysiologische paden om wordt gegenereerd. Samen met de behandeling met geneesmiddelen, is endocardiale katheterablatie een zeer efficiënte procedure om de ectopische segmenten te elimineren die verantwoordelijk zijn voor de afwijkende elektrische activiteit.

De opmerkelijke ontwikkeling van de elektrofysiologie heeft in het laatste decennium geleid tot aanzienlijke verbeteringen bij de elektrische mapping van het hart, waardoor ectopische slagen zeer nauwkeurig worden gelokaliseerd. Met de toenemende verbeteringen van chirurgische instrumenten heeft ook de thoracoscopische epicardiale ablatie zich ontwikkeld en biedt deze nu waardevolle behandelingsopties. Hoewel enkele beperkingen van endocardiale katheterablatie achterhaald zijn door betrouwbare littekens te creëren en deze ablatie niet invasief is zoals de Cox-Maze IV procedure, mist dit type ablatie de doeltreffendheid van de elektrofysiologie om de betreffende atriale segmenten te identificeren.

Helaas leveren bij gecompliceerder vormen van AF, zoals langduriger en persistenter vormen, beide procedures slechte resultaten op wat betreft een langere periode zonder AF. Een beslissende stap is gezet door de hybride ablatie te introduceren, een combinatie van de twee technieken, waarbij de positieve aspecten van beide technieken gekoppeld zijn. Eén van de zaken waar de meeste discussie over is, is de tijd tussen de procedures. Sommigen pleiten voor weken of maanden, zodat het litteken kan rijpen, anderen prefereren beide technieken in één procedure te concentreren, waarbij elektrofysiologen en hartchirurgen elkaar afwisselen. In hoofdstuk 2 beschrijven we de in vitro-resultaten van de verschillende tijden (1 tot 4 uur) van de procedure en tevens hebben we het resultaat getest van een gelijktijdige toepassing.

Onze bevindingen suggereren dat gelijktijdige energielevering tot betere resultaten leidt wat de afmetingen van het litteken betreft, ook al werden geen transmurale littekens aangetroffen.

Algemeen wordt gedacht dat de schaarse resultaten voor wat betreft de afwezigheid van AF jaren na de procedures toegeschreven moeten worden aan een elektrische verbinding van de bij de behandelingen gebruikte segmenten. Gaatjes, zelfs kleiner dan 1 mm, zijn daar verantwoordelijk voor. Voor wat betreft de instrumenten die voor de thoracoscopische epicardiale procedure gebruikt worden is bewezen dat bipolaire tangen het snelste en betrouwbaarste systeem zijn om transmurale littekens aan te brengen in zowel open als gesloten procedures. Het bipariëtale bipolaire concept zorgt voor het plaatsen van weefsel tussen de elektrodes. In hoofdstuk 3 en 4 evalueren we de in vitro-efficiëntie van twee met de hand gemaakte katheters gebaseerd op een bipariëtale bidirectionele bipolaire radiofrequente toepassing. We ontdekten dat zowel vergeleken met simultane als vertraagde mono/bipolaire radiofrequentie, de bipariëtale bipolaire settings 90% van de transmurale littekens produceren (hoofdstuk 3). Bovendien hebben we op eenzelfde manier de verschillen getest tussen de unipariëtale en bipariëtale bipolaire radiofrequente toepassing en we hebben bevestigd dat laatstgenoemde superieur is om transmurale littekens te maken (hoofdstuk 4).

De hybride ablatietoepassing zorgt ervoor dat een serie littekens wordt gemaakt door bipolaire radiofrequente tangen te gebruiken en bipolaire pennen om lineaire littekens te maken aan de epicardiale kant. De tang wordt gebruikt om de longaders te omvatten en lineaire pennen worden gewoonlijk gebruikt om de onderste en bovenste lijn te maken en zo de hiervoor vermelde longaderlittekens te verbinden.

Eén van de belangrijkste nadelen die door vele studies wordt aangegeven is het veelvuldig voorkomen van gaatjes in die lineaire littekens, die na de procedure een elektrische verbinding veroorzaken, zodat de patiënt opnieuw behandeld moet worden. Vooral het niet-constante contact van de elektrodes op een onregelmatig bewegende ondergrond, zoals het kloppen van het hart, en de punt-voor-punttechniek lijken een grote beperking te zijn voor bipolaire pennen. Met het oog hierop evalueren we in hoofdstuk 5 de resultaten van met de hand gemaakte bipolaire bipariëtale prototypes. We gebruikten magnetische kracht om de interne en externe katheters op één lijn te krijgen en een unieke lineaire elektrode om de lineaire serie in één beweging te produceren. De resultaten waren hoopgevend, omdat we 100% transmuraliteit verkregen in alle secties die we langs de lengte van de littekens hebben bekeken. In hoofdstuk 6 beoordelen we het concept in vivo-toestand, waarvoor we het hiervoor beschreven prototype gewijzigd hebben om in de linkerboezem van vier varkens te passen die we voor dit doel gebruikt hebben. Het post-mortem-onderzoek van het hart wees een transmuraal litteken uit bij alle dieren die bij het onderzoek betrokken waren.