



L A CRYOABLATION DANS LE TRAITEMENT DE LA FIBRILLATION AURICULAIRE PAROXYSTIQUE : INTÉRÊT DE LA TECHNOLOGIE EN CHIRURGIE CARDIAQUE

Note de synthèse

Préparée par
Raouf Hassen-Khodja
Alfons Pomp



**JUIN
2025**

Le contenu de cette publication a été rédigé et édité par l'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) du Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM). Ce document est également offert en format PDF sur le site Web du CHUM.

Auteurs : Raouf Hassen-Khodja, M.D., M. Sc.
Alfons Pomp, M.D., FRCSC, FACS

Pour se renseigner sur cette publication ou sur toute autre activité de l'UETMIS, s'adresser à :

Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS)
Centre hospitalier de l'Université de Montréal
Bureau B06.8057
1050, rue Saint-Denis
Montréal (Québec) H2X 3J3
Téléphone : 514 890-8000, poste 36132
Télécopieur : 514 412-7460
Courriel : detmis.chum@ssss.gouv.qc.ca

Comment citer ce document :

« Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS), Centre hospitalier de l'Université de Montréal. *La cryoablation dans le traitement de la fibrillation auriculaire paroxystique : intérêt de la technologie en chirurgie cardiaque*. Note de synthèse. Préparée par Raouf Hassen-Khodja et Alfons Pomp. Juin 2025 ».

ISBN 978-2-89528-180-1

La reproduction totale ou partielle de ce document est autorisée à condition que la source soit mentionnée.

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES	3
MISSION.....	5
REMERCIEMENTS	6
RÉSUMÉ	7
SUMMARY	8
GLOSSAIRE.....	9
ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES	10
1 INTRODUCTION.....	12
2 CONTEXTE D'ÉTUDE	12
2.1 Rappel physiopathologique.....	12
2.1.1 Ablation chirurgicale.....	12
2.1.2 Ablation par cathéter.....	13
2.1.3 Autres traitements.....	14
3 MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE	15
4 RÉSULTATS DE LA RECHERCHE	15
4.1 Ablation par cryoballon.....	16
4.2 Études comparatives : ACB versus autres traitements.....	20
4.3 ACB versus ARF.....	23
4.4 ACB versus ablation en champ pulsé	34
4.5 Études économiques.....	39
4.6 Lignes directives.....	40
5 INTERVENTION D'ABLATION CHIRURGICALE COX-MAZE ET CRYO-MAZE.....	43
5.1 Résultats de la recherche.....	43
6 DISCUSSION.....	44
7 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	45
8 BIBLIOGRAPHIE.....	46
ANNEXE A - STRATÉGIE DE RECHERCHE DOCUMENTAIRE.....	72
ANNEXE B - PROCESSUS DE SÉLECTION DES ÉTUDES	74
ANNEXE C - ÉTUDES EXCLUES	75
ANNEXE D - ABLATION CHIRURGICALE COX-MAZE ET CRYO-MAZE	88
ANNEXE E - DONNÉES PRÉLIMINAIRES.....	89
ANNEXE F - ÉTUDES SUR L'ABLATION CHIRURGICALE PAR CRYOTHÉRAPIE	142
ANNEXE G - AUTRES DONNÉES	145

Liste des tableaux et figures

Tableau 1 – Résumés descriptifs des études sélectionnées sur l'utilisation de l'ACB pour la FAP.....	17
Tableau 2 – Résumés descriptifs des études comparant différentes techniques d'ACB pour la FAP.....	18
Tableau 3 – Résumés descriptifs des études comparant l'ACB et les MAA dans le traitement de la FAP	21
Tableau 4 – Résumés de l'étude CIRCA-DOSE.....	24
Tableau 5 – Résumés des études comparant l'ACB et l'ARF dans le traitement de la FAP	25
Tableau 6 – Résumés des revues systématiques et des méta-analyses comparant l'ACB à divers traitements de la FAP.....	28
Tableau 7 – Résumés des études sur l'ablation en champ pulsé (électroporation).....	35
Tableau 8 – Résumés des revues systématiques et méta-analyses comparant l'ACB, l'ARF et l'ACP.....	37
Tableau 9 – Résumés des études économiques.....	41
Tableau 10 – Résultats de recherche dans PubMed.....	73
Tableau 11 – Études exclues des sélections des banques de données Pubmed et Embase.....	75
Tableau 12 – Descriptions des différents types de fibrillation auriculaire	89
Tableau 13 – Résumé des principales ECR publiées avant 2020comparant l'ablation par AC par rapport aux MAA chez les patients avec FA.....	89
Tableau 14 – Études décrivant l'ECR multicentrique CIRCA-DOSE.....	91
Tableau 15 – Résumés des études incluses.....	96
Tableau 16 – Revues systématiques et méta-analyses sur les traitements de la fibrillation auriculaire.....	120
Tableau 17 – Résumé des études sélectionnées sur l'utilisation du Cryo Maze	142
Tableau 18 – Études publiées sur l'ACB par les agences de santé	145
Tableau 19 – Études publiées sur l'ACB par les associations médicales spécialisées	146
Tableau 20 – Classes des recommandations.....	146
Tableau 21 – Niveau des preuves	147
Tableau 22 – Recommandations pour le contrôle du rythme et l'ablation par cathéter de la FA [82]	147
Tableau 23 – Recommandations pour l'ablation chirurgicale de la FA [115].....	148
Figure 1 – Schéma des ensembles de lésions courantes utilisées dans l'ablation de la FA [37].....	88

MISSION

L'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) a pour mission de conseiller les décideurs du CHUM dans leurs choix de technologies et de modes d'intervention en santé, en basant sa méthodologie sur les données probantes, les pratiques les plus efficaces dans le domaine de la santé et l'état des connaissances actuelles. En outre, en conformité avec la mission universitaire du CHUM, elle travaille à diffuser les connaissances acquises au cours de ses évaluations, tant au sein de la communauté du CHUM qu'à l'extérieur, contribuant ainsi à l'implantation d'une culture d'évaluation et d'innovation.

En plus de s'associer aux médecins, aux pharmaciens, aux membres du personnel infirmier et aux autres professionnels du CHUM, l'UETMIS travaille de concert avec la communauté de pratique. Cette dernière est composée des unités d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé des autres centres hospitaliers universitaires, de l'Institut national d'excellence en santé et en services sociaux (INESSS) ainsi que du Réseau universitaire intégré de santé de l'Université de Montréal (RUIS de l'UdeM).

L'UETMIS participe également au processus permanent d'amélioration continue de la performance clinique. Elle travaille de concert avec l'équipe de la gestion de l'information à élaborer des tableaux de bord permettant une évaluation critique et évolutive des secteurs d'activités cliniques. L'UETMIS propose des pistes de solution contribuant à accroître la performance clinique par une analyse des données probantes et des lignes directrices cliniques, de même que des pratiques exemplaires. Cette démarche est réalisée en collaboration avec les gestionnaires (administratifs et cliniques).

REMERCIEMENTS

L'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) tient à remercier les docteurs Louis-Mathieu Stevens et Paolo Costi pour leur précieuse collaboration dans la finalisation de ce rapport.

L'UETMIS exprime aussi sa reconnaissance envers Madame Duy-Ha Ta, agente administrative, qui a collaboré à l'élaboration finale de ce rapport.

RÉSUMÉ

La fibrillation auriculaire (FA) est définie comme une tachyarythmie auriculaire désordonnée pouvant entraîner des symptômes diminuant la qualité de vie et augmentant le risque de complications cardiovasculaires, de maladies vasculaires majeures telles que l'insuffisance cardiaque, l'accident vasculaire cérébral (AVC) et de mortalité cardiovasculaire.

Les approches thérapeutiques de la FA visent à prévenir les accidents emboliques, à contrôler la fréquence cardiaque (stratégie de contrôle de la fréquence) et, le cas échéant, à rétablir et à maintenir un rythme sinusal normal (stratégie de contrôle du rythme).

Les approches thérapeutiques incluent la cardioversion électrique ou pharmacologique à l'aide d'antiarythmiques, qui sera poursuivie pour maintenir le rythme sinusal. L'ablation par cathéter est reconnue comme une approche alternative ou complémentaire aux médicaments. Elle peut même être potentiellement curative et s'est avérée plus efficace que l'utilisation d'antiarythmiques. Pour ces raisons, l'ablation par cathéter est souvent recommandée dans en pratique clinique au début de l'évolution de cette maladie. Différentes techniques d'ablation sont disponibles, utilisant une source thermique comme la radiofréquence ou la cryothérapie et, plus récemment, l'électroporation par énergie électrique. Le taux de succès des traitements pour la fibrillation auriculaire sinusale varie selon la présence d'affections associées et le type de fibrillation (paroxystique, persistante ou permanente). L'ablation percutanée par cathéter est de loin la méthode la plus utilisée, avec un taux d'efficacité d'environ 65 à 70 % pour la FA paroxystique, tandis que son efficacité est d'environ 55 à 60 % pour la FA persistante. Les différentes sources d'énergie sont comparables en termes de taux de succès.

Les valvulopathies qui nécessitent une intervention chirurgicale sont également souvent associées à la FA. Lors des chirurgies valvulaires, des approches pour corriger la FA ont été décrites (chirurgie de Cox-MAZE) et étaient pratiquées avant même les interventions percutanées par cathétérisme. Ces procédures ont évolué avec l'utilisation de lésions thermiques peropératoires plutôt que les approches initiales d'incisions et de sutures intra-auriculaires. De plus, des interventions mini-invasives par voie thoracoscopique plutôt que par sternotomie conventionnelle peuvent désormais être réalisées, avec la possibilité de traiter simultanément la FA par des ablations peropératoires.

C'est dans ce cadre que la Direction des affaires médicales et universitaires du Centre hospitalier de l'Université de Montréal (DAMU-CHUM) a demandé à l'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UÉTMS) d'évaluer l'efficacité et l'innocuité de la cryothérapie en chirurgie cardiaque ainsi que son utilité dans le traitement de la FA.

L'analyse des données disponibles montre que les développements technologiques en santé et plus précisément dans la prise en charge de la FA ont permis l'émergence de nouveaux traitements ablatifs utilisant des énergies non thermiques qui montrent des résultats prometteurs. Toutefois, les résultats d'études sur l'ablation par cryochirurgie confirment son efficacité et son innocuité comme traitement de la FA.

L'UÉTMS suggère son utilisation pour le contrôle du rythme cardiaque dans les FA paroxystiques en prenant en considération le contexte d'utilisation, les caractéristiques cliniques des patients, la formation et l'expérience des opérateurs. Dans le cas de l'ablation cryochirurgicale concomitante de la FA lors de chirurgie cardiaque, tout en prenant en compte les mêmes impératifs, d'autres données sont nécessaires pour améliorer son déploiement. Pour une gestion optimale et efficace de cette procédure, l'UÉTMS suggère la mise en place d'un registre de données du suivi des patients traités pour évaluer l'impact et le développement de cette procédure en chirurgie cardiaque.

SUMMARY

Atrial fibrillation (AF) is defined as a disordered atrial tachyarrhythmia that can cause symptoms that decrease quality of life and also increase the risk of cardiovascular complications. Major vascular diseases including heart failure, stroke and cardiovascular mortality. Therapeutic approaches in AF aim to prevent embolic incidents, control heart rate (rate control strategy) and where appropriate restore and attempt to maintain normal sinus rhythm (rhythm control strategy). Rhythm control approaches include electrical or pharmacological cardioversion using antiarrhythmic drugs, which will to be continued to maintain sinus rhythm. Catheter ablation is recognized as both an alternative or complementary approach to medication. It may even be potentially curative and has been shown to be more effective than the use of antiarrhythmic drugs. For these reasons, catheter ablation is often recommended in practice guidelines early in the course of this disease. Various ablation techniques are available using a thermal source such as radio frequency or cryotherapy and more recently electroporation by electrical energy. The success rate of treatments for sinus rhythm retention varies according to the presence of associated conditions and also depending on the type of fibrillation (paroxysmal, persistent or permanent). Percutaneous catheter ablation is by far the most used method with an efficiency rate around 65-70 % for paroxysmal AF, while the efficacy for persistent AF is around 55-60 %. The various energy sources are comparable in terms of success rates.

Valvular heart disease requiring surgery is also often associated with AF. During valve surgeries, approaches to correct AF have been described (Cox-MAZE surgery) and were performed even before percutaneous catheterization techniques. These procedures have evolved as well as with the use of per operative thermal lesions rather than the initial approaches of intra auricular incisions and sutures. In addition, minimally invasive interventions by thoracoscopic approach rather than by conventional sternotomy can now be performed, with the possibility of simultaneously treating AF by performing intraoperative ablation therapies.

The Department of Medical and Academic Affairs of the Centre hospitalier universitaire de Montréal (DAMU-CHUM) asked the Health Technology Assessment Unit (UETMIS) to assess the efficacy and safety of cryotherapy in cardiac surgery in the treatment of AF.

Our analysis of the data shows that AF cryoablation is a recognized method, and is as effective as radiofrequency with a proven safety profile. The UETMIS approves of its use for heart rate control, obviously considering the clinical characteristics of patients as well as the training and experience of operators. As concerns the concomitant cryoablation of AF during cardiac surgery either during open or during minimally invasive valve surgeries, few studies have been conducted specifically on this subject. In order to achieve optimal results its current use should be targeted to well-selected patients and trained operators of this technology

GLOSSAIRE

Ablation par cryoballon ou cryoablation : technique d'ablation thermique utilisant la cryoénergie pour le traitement de la fibrillation auriculaire. Un ballonnet est introduit jusqu'à la jonction de la veine pulmonaire. Le refroidissement du ballon à l'aide d'un gaz à -60 °C permet de détruire ou d'isoler les zones de tissu cardiaque à l'origine de l'arythmie.

Blanking (période de) : définit arbitrairement une période (généralement de trois mois) qui suit une ablation, pendant laquelle une personne peut faire un épisode de FA.

Bloc auriculoventriculaire (BAV) : le BAV complet est un trouble de la conduction électrique entre les oreillettes et les ventricules lors d'une lésion sur le faisceau de His.

Électroporation ou ablation par champ pulsé : cette technique utilise un cathéter pour délivrer un champ électrique pulsé dans les zones du cœur responsables des anomalies rythmiques. Les lésions créées dans le tissu myocardique par électroporation sont irréversibles.

Faisceau de His : circuit électrique principal du cœur.

Fibrillation auriculaire (FA) : tachyarythmie supraventriculaire avec activation électrique auriculaire non coordonnée et perte du rythme cardiaque physiologique, le rythme sinusal.

Fibrillation auriculaire paroxystique : arythmie d'une durée maximale de sept jours, qui s'arrête spontanément ou par cardioversion.

Fibrillation auriculaire persistante : arythmie d'une durée supérieure à sept jours, y compris les épisodes qui s'arrêtent par cardioversion.

Fibrillation auriculaire persistante de longue durée : arythmie d'une durée supérieure à un an.

Intervention de Cox/Maze III : technique classique d'ablation chirurgicale de la FA, qui consiste à réaliser plusieurs lignes de section ou de suture dans les parois des oreillettes afin d'obliger l'impulsion à se diriger du nœud sinusal au nœud auriculoventriculaire. La procédure est complétée par l'exclusion de l'auricule gauche.

Intervention de Cox/Maze IV : simplification de la technique originale, qui consiste à remplacer les lignes de section ou de suture par des lignes de lésion grâce à la radiofréquence et/ou en limitant lesdites lésions à l'oreillette gauche (Mini Maze).

Radiofréquence à haute puissance de courte durée (HPSD) : technique qui délivre une radiofréquence d'une puissance élevée pouvant atteindre 90 W pendant 4 à 10 secondes.

Temps d'isolation (TTE ou TTI) : temps nécessaire à l'isolation des VP.

ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES

AA	Arythmie auriculaire (atriale)
AC	Ablation par cathéter
ACB	Ablation par cryoballon
ACC	American College of Cardiology
ACP	Ablation par champ pulsé (PFA, en anglais, pour pulsed-field ablation)
AHA	American Heart Association
ARF	Ablation par radiofréquence
AVC	Accident vasculaire cérébral
BAV	Bloc auriculoventriculaire
BPM	Battements par minute
CB	Cryoballon
CIED	Dispositif électronique cardiaque implantable (<i>cardiac implantable electronic devices</i> , en anglais)
CT	Computed tomography (tomodensitométrie)
CV	Cardiovasculaire
ECAS	European Cardiac Arrhythmia Society
ECG	Électrocardiogramme
ECR	Essai contrôlé randomisé
EHRA	European Heart Rhythm Association
EIG	Événement indésirable grave
ETO	Échocardiographie transœsophagienne
FA	Fibrillation auriculaire
FAP	Fibrillation auriculaire paroxystique
GRADE	Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation
HAS	Haute Autorité de Santé (France)
HPSD	High power short duration
HRS	Heart Rhythm Society
IRM	Imagerie par résonance magnétique
IVP	Isolation des veines pulmonaires
INESSS	Institut national d'excellence en santé et en services sociaux (Québec)
MAA	Médicament antiarythmique
nECR	Essai contrôlé non randomisé

NHS	National Health Service (Royaume-Uni)
NICE	National Institute for Health and Care Excellence
NIHR	National Institute for Health and Care Research
OG	Oreillette gauche
PFA	Pulsed-field ablation
PVAC	Pulmonary vein ablation catheter
RF	Radiofréquence
RS	Rythme sinusal
STS	Society of Thoracic Surgeons
TA	Tachycardie auriculaire (atriale)
TAA	Tachyarythmie auriculaire
TDM	Tomodensitométrie
TTE	Time-to-effect (TTI : Time-to-isolation)
VP	Veine pulmonaire

1 INTRODUCTION

La fibrillation atriale (FA) est une maladie chronique et évolutive, dont l'apparition est favorisée par de nombreux facteurs¹. Les formes persistantes sont responsables de complications graves, telles que les thromboembolies cérébrales et l'insuffisance cardiaque [10]. En règle générale, le traitement initial de la FA se fait par des médicaments antiarythmiques (MAA); dans le cas de la FA résistante, les thérapies d'ablation par cathéter pour le contrôle du rythme cardiaque sont devenues la stratégie la plus courante dans le monde [115]. Les principales technologies utilisées sont les ablations par énergie thermique, comme l'ablation par cryoballon (ACB) ou l'ablation par radiofréquence (ARF) et l'ablation par champ pulsé (ACP). Ces ablations par cathéter (AC) pour la FA sont en constante évolution² [7], avec une amélioration continue des résultats [96].

La Direction des affaires médicales et universitaires (DAMU) du Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM) a demandé à l'Unité d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (UETMIS) d'évaluer l'efficacité et l'innocuité de la cryothérapie pour la chirurgie cardiaque ainsi que son utilité dans le traitement de la fibrillation auriculaire. L'objectif de ce rapport d'évaluation est de permettre aux patients d'accéder aux traitements les plus efficaces leur état de santé dans un contexte d'optimisation des ressources financières de l'institution.

2 CONTEXTE D'ÉTUDE

2.1 Rappel physiopathologique

La FA est une tachyarythmie supraventriculaire, caractérisée par une activation électrique atriale ectopique entraînant une perte du rythme sinusal. Elle est responsable de perturbations hémodynamiques pouvant altérer la qualité de vie des patients (des palpitations, de l'asthénie, une intolérance à l'effort, une dyspnée et une syncope), et entraîner des complications thromboemboliques, voire le décès. Les résultats d'études publiés par Haïssaguerre [99] et de Cox [56] montrent que la présence de tissus doués de propriétés électriques anormales, à la jonction des veines pulmonaires et de l'oreillette gauche, joue un rôle central dans l'apparition de la FA. La prise en charge de la FA nécessite souvent une assistance médicochirurgicale adaptée à chaque patient et un suivi à long terme.

La principale stratégie d'ablation consiste à interrompre les connexions électriques entre les veines pulmonaires (VP) et l'oreillette gauche (OG) et à restaurer le rythme sinusal (RS) afin de rétablir la synchronisation auriculoventriculaire. Les sources d'énergie utilisées pour l'isolation des veines pulmonaires (IVP) sont soit thermiques, comme la radiofréquence (RF) ou la cryoablation, ou le laser, et soit non thermiques, comme l'électroporation. L'IVP peut être réalisée par une technique point par point ou en une seule approche [121; 221]. Le taux de succès varie selon la présence d'une cardiopathie associée et selon le type de FA : une FA paroxystique (intermittente) est efficacement traitée dans 70 % des cas et jusqu'à 80 à 90 % lors d'une deuxième ablation. Dans le cas d'une ancienne FA persistante, ce taux varie de 54 à 60 % selon les cas.

2.1.1 Ablation chirurgicale

La technique classique d'ablation chirurgicale de la FA est l'intervention de Cox/Maze III, qui consiste à réaliser plusieurs lignes de section ou de suture dans les parois des oreillettes afin d'obliger l'impulsion à se diriger du nœud sinusal au nœud auriculoventriculaire (voir le glossaire). Cette technique a été simplifiée par l'utilisation de la radiofréquence (Cox/Maze IV) et/ou en limitant les sites d'intervention (Mini Maze)³ [100; 220].

¹ Pathologie cardiaque ou métabolique, apnée du sommeil, etc.

² Force de contact dans les cathéters à radiofréquence (CF-RF) et le développement de cathéters à ballonnet cryogénique à injection unique.

³ Ces interventions nécessitent une circulation extracorporelle (CEC).

2.1.2 Ablation par cathéter

L'ablation par cathéter (AC) est une stratégie thérapeutique largement répandue pour le contrôle du rythme chez les patients atteints de FA. L'efficacité et la sécurité de ces techniques ablatives se sont très développées et ont permis de réduire la durée des procédures avec une amélioration significative des résultats. Le développement des différentes techniques ablatives a permis une réflexion sur la mise en place de stratégies d'utilisation selon les contextes d'intervention et les profils cliniques des patients⁴. Cependant, malgré les progrès des techniques d'AC, les résultats à long terme après une seule procédure chez les patients atteints de FA persistante restent limités⁵.

L'AC est une intervention non chirurgicale mini-invasive qui utilise de longs tubes flexibles, appelés cathéters. Le cathéter est inséré dans une veine, au niveau de l'aîne, puis acheminé jusqu'à l'entrée des veines pulmonaires (VP). En règle générale, cette procédure ne nécessite pas d'anesthésie générale⁶. Ces procédures mini-invasives ont comme objectif l'isolation des veines pulmonaires (IVP). Deux énergies sont habituellement utilisées : la radiofréquence (RF) et le cryoballon (CB). L'ablation consiste le plus souvent à isoler⁷ électriquement les veines pulmonaires du reste de l'oreillette gauche. Le professionnel de la santé, qui est le plus souvent un rythmologue, nécessite une formation spécifique et, dans la majorité des pays, une accréditation⁸. En fonction du trouble du rythme traité et pour le confort du malade, l'ablation de la fibrillation atriale est réalisée sous fluoroscopie, dans une salle d'intervention réservée à cet effet. L'intervention est généralement précédée d'une TDM cardiaque.

Ablation par radiofréquence

La chaleur émise par la RF crée des lésions qui isolent les signaux électriques anormaux et bloquent leur propagation dans le reste du cœur. C'est la seule technique qui peut être utilisée pour réaliser une technique point par point.

Ablation par cryothérapie

Comme l'ablation par radiofréquence, la cryoablation de la FA est une intervention mini-invasive. L'insertion du cathéter dans la veine se fait au niveau de l'aîne, et puis il est acheminé jusqu'aux oreillettes cardiaques, à l'entrée des veines pulmonaires, où la cryoablation est effectuée. L'ablation se fait à l'aide d'un ballonnet que l'on gonfle à l'entrée de la VP. Une fois que l'angiographie confirme la parfaite occlusion de la veine, on refroidit le ballon grâce à un gaz à -60 °C. Cette procédure entraîne des lésions ischémiques [6]. Le patient peut sortir de l'hôpital et reprendre ses activités dans les 48 heures qui suivent l'intervention. La plupart des complications rares et temporaires sont les saignements au lieu d'insertion des cathéters, les tachyarythmies⁹, une paralysie du nerf phrénique et les accidents vasculaires¹⁰.

⁴ Par exemple, comme traitement de première intention chez les patients avec FAP ou encore comme stratégie de contrôle précoce du rythme chez les patients asymptomatiques.

⁵ Une FA persistante, ancienne, n'est efficacement traitée que dans 50 à 60 % des cas.

⁶ Une anesthésie générale peut être effectuée pour plus de commodité et de confort pour le patient.

⁷ Déconnecter.

⁸ Au Centre hospitalier de l'Université de Montréal, ce sont les cardiologues-électrophysiologistes surspécialisés en ablation de la FA qui effectuent la procédure.

⁹ Le risque de BAV complet est très rare lors d'une cryoablation, mais possible si une lésion est effectuée sur le faisceau de His et pourrait nécessiter l'implantation d'un stimulateur cardiaque.

¹⁰ 23th Prague Workshop on Catheter Ablation virtuel du 18 au 20 avril 2021 et du congrès virtuel de l'EHRA, organisé du 23 au 25 avril 2021.

Les progrès technologiques et la maîtrise du geste procédural garantissent un risque de complication très faible, et tous les hôpitaux¹¹ proposent une ablation de la FA en ambulatoire lorsque les conditions médicales le permettent¹².

Ablation en champ pulsé ou électroporation

L'ablation par champ pulsé (ACP) consiste à appliquer une impulsion électrique très intense et de courte durée aux zones du cœur responsables des anomalies rythmiques. Cette ablation se fait à l'aide d'un cathéter thermique, qui crée des lésions irréversibles par électroporation aux zones myocardiques cibles [248].

Les données sur son utilisation chez les patients présentant une FAP indiquent une efficacité élevée associée à des dommages aux structures cardiaques contiguës¹³. Cependant, les données sur l'efficacité à long terme de l'IVP et les schémas de recondution par rapport aux sources d'énergie établies sont rares [168].

2.1.3 Autres traitements

Ablation hybride

Elle combine une intervention chirurgicale et une AC [64]. Cette approche permet de combiner les avantages de la chirurgie et de l'ARF, en améliorant l'efficacité de la procédure chez les patients plus difficiles à traiter [189; 294].

Autres interventions

D'autres techniques, comme les ultrasons à haute fréquence, l'énergie micro-ondes et le laser [69], sont à l'étude. Le développement des technologies et l'expérience des professionnels ont augmenté les taux de guérison avec un risque de complication très faible. Les résultats de l'étude multicentrique (CRYO4 PERSISTENT AF) publiée en 2018 par Boveda et collaborateurs [32], qui évalue l'utilisation de l'ACB pour le traitement de la FA persistante, ont montré un taux de succès de 61 % après une seule intervention, après 12 mois de suivi. Les résultats publiés jusqu'en 2019 ont confirmé l'innocuité et l'efficacité supérieures de l'AC par rapport aux MAA dans le traitement de la FA. À ce jour, aucune ECR n'avait pu démontrer une réduction de la mortalité chez les personnes atteintes de FA [126; 189; 200; 214; 216; 217; 219; 310]. En outre, les quelques données disponibles avaient montré que l'ACB améliore significativement la qualité de vie des patients et diminue de manière tangible l'utilisation des ressources de santé (comme l'hospitalisation), sans augmenter le risque d'événements indésirables graves (EIG). Les résultats de l'étude multicentrique, randomisée, en simple aveugle, publiée en 2019 par Andrade et collaborateurs, qui comparait l'ARF et deux schémas différents d'ACB, n'ont montré aucune différence pour le critère d'efficacité à un an, avec une réduction de la charge supérieure à 98 % [7].

Jusqu'en 2020, les directives recommandaient de classer la fibrillation auriculaire (FA) en FA paroxystique et FA persistante en fonction de l'évaluation clinique, cette catégorisation devant constituer l'élément de base pour établir des recommandations thérapeutiques¹⁴ [5; 14]. Cependant, des erreurs de classification et l'absence de définitions standardisées peuvent être à l'origine de complications. Voir en annexe les tableaux qui résument les principales ECR publiées avant 2020.

¹¹ Exemple : <https://www.american-hospital.org>.

¹² La procédure est réalisée sous guidage échographique transoesophagien (ETO) afin de limiter ainsi tout risque de complications.

¹³ Un cathéter multiélectrode à pentaspline démontré sa sécurité et son efficacité dans le traitement de la FAP dans des études à un seul bras, réalisées pour la première fois chez l'homme.

¹⁴ En raison de la propagation de l'énergie thermique dans les tissus non ciblés adjacents au myocarde ciblé.

Les directives recommandaient l'utilisation de l'AC comme une indication de classe I chez les patients chez qui les MAA ont échoué ou ne sont pas tolérés [115]. L'AC pouvait être proposée comme traitement de contrôle du rythme de première intention (indication de classe IIa) pour améliorer les symptômes chez certains patients présentant des épisodes de FA symptomatiques (voir le tableau 22).

3 MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

Afin de répondre à la demande présentée à l'UETMIS et de définir les critères d'évaluation pour cette technologie, nous avons effectué une méthode de recherche rapide et orientée vers les méta-analyses et les ECR. Nous avons recherché des articles scientifiques et des études jusqu'à décembre 2024 dans les bases de données suivantes : Medline (PubMed), Embase, Ebsco, Cochrane Library, Centre for Reviews and Dissemination. Une recherche manuelle a également été effectuée pour retrouver tous les articles pertinents dans la littérature grise. Des résumés et des présentations de toutes les principales conférences en médecine cardiovasculaire, notamment www.hrsonline.org, www.acc.org et www.clinicaltrials.gov, ont également été consultés. Nous avons recherché des rapports d'évaluation en évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (ETMIS) ainsi que ceux d'associations professionnelles. Les moteurs de recherche usuels, tels que Google et Google Scholar, ont été utilisés afin de trouver d'autres documents pertinents.

Pour nos recherches, nous avons utilisé les expressions médicales et les termes suivants : fibrillation auriculaire, ablation, ablation par cathéter, ablation par radiofréquence, cryoablation et isolation des veines pulmonaires (mots clés : *atrial fibrillation*, *ablation*, *catheter ablation*, *radiofrequency ablation*, *cryoablation*, *pulmonary vein isolation*). Nous n'avions aucune restriction quant à la durée du suivi (voir le tableau 9).

Dans une seconde étape, nous avons examiné les critères d'inclusion et d'exclusion, puis répertorié les principales caractéristiques ainsi que le nombre et l'intérêt des références des études pertinentes (voir l'annexe A). Les premiers résultats obtenus ont permis d'identifier les principales études supports, comme les études STOP AF [216]; FIRE AND ICE [157; 159]; CRYO4 PERSISTENT AF [32]; CASTLE-AF [188]; CABANA [2019] [20; 186; 216] (voir le tableau 12). Ces études ont été publiées avant 2020, et leurs résultats ont été rapportés par de nombreux auteurs; nous avons donc adapté notre recherche en conséquence et évalué les publications postérieures à celles-ci (voir l'annexe D, tableau 13).

Les résultats de la recherche d'études sur l'utilisation de la cryochirurgie dans les ablations cardiaques chirurgicales sont décrits à la section 5 et dans l'annexe F.

4 RÉSULTATS DE LA RECHERCHE

Bien qu'une stratégie assez exhaustive ait été appliquée pour repérer les publications de la littérature scientifique et de la littérature grise, des études et revues pourraient avoir été incluses ou exclues. La documentation examinée pour cette mise à jour comprend des études observationnelles et des études cliniques publiées de janvier 2020 à octobre 2024. Le plus souvent, les choix ont été imposés par différents facteurs (disponibilité, doublons, publications de résultats d'une même étude par différents auteurs, etc.).

Finalement, la recherche systématique effectuée dans la littérature et dans les rapports d'agences de santé à partir des mots clés nous a permis de recueillir plus de 885 publications. Après le tri selon le titre, nous avons noté qu'un certain nombre d'études pertinentes étaient publiées par différents auteurs ou se retrouvaient dans plusieurs revues systématiques; elles ont donc été exclues. Pour la contextualisation de notre synthèse, nous avons inclus des études qui avaient été publiées en dehors de notre période de recherche (avant 2020). En outre, de nombreux articles ont été exclus lorsque la langue était autre que l'anglais ou le français, que le nombre de patients étudiés était bas¹⁵, que les événements cliniques n'étaient pas rapportés ou que l'objectif de l'étude ne concernait pas le sujet de notre synthèse (voir le tableau 11).

¹⁵ Inférieur à 20 patients.

Au total, nous avons étudié 100 résumés, parmi lesquels on trouvait 9 études publiées avant 2020 (voir le tableau 14), 51 études contrôlées randomisées et non randomisées (voir le tableau 15) et 41 revues systématiques et méta-analyses (voir le tableau 16). Plusieurs des études sont des sous-analyses d'études antérieures. Mis à part le rapport du National Institute for Health and Care Excellence (NICE), on retrouve deux directives générales sur la gestion de la fibrillation artérielle : celle de l'European Society of Cardiology, publiée en 2020 avec la collaboration de l'European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) [82], et celle du American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee, publiée en janvier 2023 [132]. Ces directives se basaient sur les études STOP-AF et Fire and ICE. Ces résultats ont été repris par de nombreux auteurs dont les études sont incluses dans notre analyse [98; 115; 159; 216; 305].

4.1 Ablation par cryoballon

De nombreuses études ont été publiées sur les traitements de la FA et la majorité des résultats des ECR publiées sont en faveur de l'efficacité de l'ACB chez les patients adultes. La majorité des résultats d'études sont à un seul bras ou comparent différentes stratégies de cryoablation, en plus de confirmer l'efficacité et l'innocuité de l'ACB dans le cas de la FA. Cette stratégie est sûre et efficace et présente des résultats favorables à long terme [24; 72; 130; 198; 245]. Les résultats publiés en 2021 par de Loma et collaborateurs à partir de l'étude des données colligées dans le Registre espagnol d'ACB (RECABA) confirment l'efficacité et l'innocuité de l'ACB dans le traitement de la FA [61]. Dans une sous-analyse du Cryo Global Registry incluant 1394 patients¹⁶, Zuchelli et collaborateurs [327] avaient conclu que l'utilisation de l'ACB en première intention chez les patients atteints de FA symptomatique est efficace, sans présenter de différence dans l'utilisation des soins de santé lors du suivi à moyen terme. Ces résultats sont confirmés chez les patients octogénaires [166] (voir les tableaux 1 à 4).

Une ECR effectuée par Dulai et collaborateurs a comparé les résultats obtenus lors d'une IVP par rapport à une intervention factice (Étude SHAM-IVP) chez des patients atteints de FAP ou de FA persistante symptomatique [71; 72]. L'étude évaluera l'effet de l'IVP sur la charge de la FA. Lors de la publication de notre rapport, ces résultats n'étaient pas encore publiés.

¹⁶ 1674 patients atteints de FA paroxystique (FAP) ou de FA persistante (FAs) ont été traités dans 14 pays dans 37 centres mondiaux qui ont procédé à l'ablation chez au moins un octogénaire.

Tableau 1 – Résumés descriptifs des études sélectionnées sur l'utilisation de l'ACB pour la FAP

AUTEURS	TYPE D'ÉTUDE	TRAITEMENT	NOMBRE DE PATIENTS	DURÉE DU SUIVI	CONCLUSIONS/COMMENTAIRES
Bergau 2020 [24]	Observationnelle	ACB	93	2,6 ± 2 ans	L'ACB chez les jeunes adultes est sûre et efficace et présente des résultats favorables à long terme. Les auteurs ajoutent qu'elle peut être considérée comme un traitement de première intention.
De Loma 2021 [61]	Prospective 27 centres espagnols Registre espagnol d'ACB (RECABA)	ACB	1742	≥ 30 sem. à 12 mois	L'ACB est sûre et efficace dans le cadre d'une utilisation en situation réelle. NCT02785991
Jiang 2021 [130]	ECR	ACB	506 FA réfractaires Groupe A : 253 avec FAP < à 24 h Groupe B : 253 avec FAP ≥ 24 h		L'efficacité et la sécurité de la cryoablation sont supérieures chez les patients présentant des épisodes de FA d'une durée inférieure à 24 h par rapport aux patients présentant une FA paroxystique de plus longue durée.
Mol 2022 [198]	Étude rétrospective (2013-2017)	ACB 2 ^e génération	148 FAP	3,7 ± 1,0 ans	Les données indiquent que l'IVP a diminué de manière significative les symptômes liés à la FAP et a entraîné une qualité de vie élevée pendant 2 à 5 ans.
Dulai 2023 [71; 72]	ECR en double aveugle Étude SHAM-IVP	ACB	140 FAP ¹⁷ Groupe ACB Groupe Procédure factice	Charge totale de FA à 6 mois après la randomisation (exception de la période de blanking de 3 mois)	Le recrutement a débuté en janvier 2020. Jusqu'en avril 2023, 119 patients ont été recrutés. Les résultats devraient être publiés en 2024.
Hein 2024 [112]	Registres nationaux, patients atteints de FA âgés de ≥ 18 ans qui ont subi une première ablation de FA par cryoballon au Danemark entre 2012 et 2018	ACB	1064 patients atteints de FA Stratification en fonction du moment de l'ablation : • Groupe précoce (≤ 1 an après le diagnostic de FA) • Groupe intermédiaire (1 à 3 ans après le diagnostic de FA) • Groupe tardif (≥ 3 ans après le diagnostic de FA)	Survenue de récurrence par rapport à l'ACB 12 – 36 mois	Les résultats montrent que chez les patients atteints de FA subissant l'ACB, l'ablation tardive a été associée à un taux de récurrence de FA significativement plus élevé par rapport à l'ablation précoce.

¹⁷ Ou persistante.

AUTEURS	TYPE D'ÉTUDE	TRAITEMENT	NOMBRE DE PATIENTS	DURÉE DU SUIVI	CONCLUSIONS/COMMENTAIRES
Sangrigoli 2023 [245]	ECR 3 centres américains EASY PVI STUDY	ACB*	45/49 FAP Groupe ACB – sortie le jour même : 22 Groupe hospitalisation d'une nuit : 23		Les résultats de l'étude suggèrent que la sortie le jour même après une ablation de la FAP par cryoballon est une option sûre pour une IVP s'il n'y a pas de complications.
Zuchelli 2023 [327]	Rétrospective Sous-analyse du Cryo Global Registry ¹⁸	ACB	1394 FA Groupe 1 ^{re} intention 433 (31,1 %) Groupe patients réfractaires MAA	12 mois	L'ACB de première intention chez les patients atteints de FA symptomatique est efficace, avec une réduction des symptômes plus importante par rapport à l'ACB après un échec des MAA, et sans différence dans l'utilisation des soins de santé lors du suivi à moyen terme.
Lawin 2024 [166]	Rétrospective Sous-analyse du Cryo Global Registry	ACB	Groupe A > 80 ans : n = 101 Groupe B < 80 ans : n = 1573	12 mois	L'ACB est un traitement sûr et efficace chez les octogénaires présentant une FA.

Tableau 2 – Résumés descriptifs des études comparant différentes techniques d'ACB pour la FAP

AUTEURS	TECHNOLOGIES	RANDOMISATION OU DESCRIPTION	NOMBRE D'ÉTUDES/PATIENTS	DURÉE DU SUIVI (MOIS)	CONCLUSIONS/COMMENTAIRES
Liu 2021 [173]	ACB avec protocole basé sur le TTI (TTIP) ACB conventionnelle (ConP)	FA réfractaire aux médicaments Bases de données : PubMed, Embase et Cochrane Library Période : jusqu'en juin 2020	6 études; 1770 patients Une seule étude publiée depuis 2019	12 – 37	Le protocole basé sur le délai d'isolation TTIP est sûr et efficace et ouvre un nouveau chapitre dans le domaine du protocole individualisé de cryoballon pour les patients atteints de FA.
Assaf 2022 [15]	ACB POLARx (Boston Scientific) par rapport à l'ACB AFA-Pro (l'Arctic Front Advance Pro, Medtronic)	Revue systématique et méta-analyse actualisée comparant POLARx et AFA-Pro Bases de données Embase, MEDLINE, Web of Science, Cochrane et Google Scholar Période : jusqu'au 12/01/2022	8 études publiées depuis 2019 1146 patients 11 centres européens POLARx : n = 317 AFA-Pro : n = 819	3 – 12	Les résultats rapportés pour POLARx et AFA-Pro sont similaires. Cette méta-analyse fournit de nouvelles données de sécurité sur la température œsophagienne et les événements thromboemboliques.
Farskowski 2022 [85]	ACB stratégie unique	Revue systématique et méta-analyse	13 études (3 ECR et 10 études observationnelles)	12	La stratégie de congélation simple pour le cryoballon dans la FA est aussi efficace qu'une

¹⁸ Le registre mondial Cryo (NCT02752737) est un registre prospectif, multicentrique, post-commercialisation, sponsorisé par Medtronic, qui évalue l'ablation de la FA à l'aide de la famille de cathéters de cryoablation Arctic Front (Medtronic Inc).

AUTEURS	TECHNOLOGIES	RANDOMISATION OU DESCRIPTION	NOMBRE D'ÉTUDES/PATIENTS	DURÉE DU SUIVI (MOIS)	CONCLUSIONS/COMMENTAIRES
	ACB stratégie de congélation double empirique (« bonus »)	Bases de données MEDLINE, EMBASE et CENTRAL Période : jusqu'au 12 juillet 2020 PROSPERO CRD42020158696	4 publiées depuis 2019 3163 patients		stratégie de congélation double empirique (« bonus »). Elle semble plus sûre et est probablement plus rapide.
Hayashi 2022 [106]	ACB	RS Bases de données bibliographiques : PubMed, Web of Science et Cochrane Library Période : jusqu'en février 2021	16 études admissibles/243 études, dont 15 rétrospectives (6 études publiées depuis 2019) 1396 patients	12 - 36	L'analyse tomodensitométrique a permis de décrire les avantages et les limites anatomiques de l'ablation par cryoballon.
Tsiachris 2022 [280]	ACB L'intervention évaluée était une stratégie basée sur le temps d'isolation (TTI) de l'ACB dans le traitement de la FA	RS Bases de données électroniques : MEDLINE, Cochrane Central Register of Controlled Trials et Embase	9 études n = 2289 patients 2 études publiées depuis 2019		Des données de confiance modérées suggèrent qu'une stratégie de dosage individualisée de l'ACB basée sur le TTI et une ACB de durée prolongée (> 2 min après le TTI) s'accompagnent de moins de récurrences après l'ablation de la FA.
Vrachatis 2022 [297]	ACB	Bases de données bibliographiques : base de données MEDLINE, Clinical Trials.gov, medRxiv et Cochrane Library Période : jusqu'en février 2021	27 études admissibles 3975 patients 8 études publiées depuis 2019	3	Les résultats suggèrent que la récurrence précoce de l'arythmie est prédictive des résultats tardifs après une ACB de la FA. L'identification des patients qui méritent une réintervention plus précoce est une voie de recherche ouverte.
He 2023[107]	ACB - injection unique ACB - technique standard	RS Bases de données : PubMed, Cochrane Library, Web of Science et Embase Période : Jusqu'au 1 ^{er} décembre 2022	17 études : 6 études prospectives (8 études publiées depuis 2019) 4688 patients ACB - injection unique : 2 526 ACB - technique standard : 2162	3 à 18	Les résultats suggèrent que la technique de cryoablation en un seul coup présente des résultats d'efficacité et de sécurité comparables pour l'ablation de la FA par rapport à la technique standard.
Meretsky 2024 [192]	ACB à l'aide du système de cartographie KODEX-EPD par rapport à l'ACB conventionnelle	RS Bases de données Web of Science, PubMed, Cochrane Library et SCOPUS	6 études publiées depuis 2019 464 patients atteints de FA ACB guidée par le système de cartographie KODEX-EPD, 240 patients ACB conventionnelle, 224 patients		L'utilisation du nouveau système de cartographie KODEX-EPD dans l'intervention de cryoablation a été associée à une réduction significative du volume de produit de contraste utilisé et du taux de récurrence par rapport à la cryoablation conventionnelle, tout en préservant une efficacité, un profil de sécurité et une durée d'interventions similaires.

4.2 Études comparatives : ACB versus autres traitements

L'efficacité de l'ACB dans la FA paroxystique varie de 65 % à 80 % après un suivi à 12 mois. Les résultats des deux importantes études ont montré la supériorité de l'ACB par rapport à l'administration de MAA comme traitement de première intention pour la prévention de la récurrence d'arythmie atriale (AA) chez les patients atteints de FAP (STOP AF First; EARLY-AF) [13; 304].

Par rapport aux MAA, l'ACB réduit la progression de la FAP vers des formes persistantes et réduit le taux d'hospitalisation après un suivi de trois ans [6]. L'utilisation de ballons de troisième génération¹⁹ a permis de diminuer cette complication (FA persistante) à < 1 % [86].

¹⁹ Le cryoballon de troisième génération (CB3) est caractérisé par une extrémité distale 40 % plus courte conçue pour augmenter le taux d'enregistrement du signal des VP en temps réel afin de mesurer le temps nécessaire à l'IV (le « Time to effect/isolation » (TTE). Le nouveau cryoballon de quatrième génération (CB4) est caractérisé par une pointe plus courte, qui facilite potentiellement une meilleure surveillance du temps d'isolation (TTE).

Tableau 3 – Résumés descriptifs des études comparant l'ACB et les MAA dans le traitement de la FAP

AUTEURS	TYPE D'ÉTUDE	TECHNOLOGIES	NOMBRE DE PATIENTS	DURÉE DU SUIVI	CONCLUSIONS/COMMENTAIRES
Wazni 2021 [304]	ECR multicentrique STOP AF First	Cryoballon MAA	203 FAP ACB : 104 MAA : 99	3 ²⁰	L'ablation par cryoballon comme traitement initial s'est avérée supérieure aux MAA pour la prévention de la récurrence d'arythmie atriale chez les patients présentant une FAP.
Wazni 2021 [305]	EARLY-AF [2021]	Cryoballon* MAA	FAP symptomatique sans TTT antérieur ACB : 154 MAA : 149	12	↑ survie sans récurrence (57,1 % contre 32,2 %, P < 0,001); = taux d'événements indésirables (3,2 % contre 4,0 %).
EARLY-AF NCT02825979					
Andrade 2021 [13]	Prospective EARLY-AF	ACB MAA (classe I ou III)	ACB : 154 MAA : 149	12	↑ survie sans récurrence (75 % contre 45 %, P < 0,001); ↑ QoL; = taux d'événements indésirables (14 % contre 14 %). [7].
Andrade 2023* [10]	ECR EARLY-AF	ACB MAA	303 ACB : 154 MAA : 149	FAP non traitée ²¹ 12 mois ²² (entre 91 et 365 jours après AC ou début de TAA)	Le traitement initial de la fibrillation auriculaire paroxystique par l'ablation par cathéter avec cryoballon a été associé à une incidence plus faible de fibrillation auriculaire persistante ou de tachyarythmie auriculaire récurrente sur une période de suivi de 3 ans par rapport à l'utilisation initiale de médicaments antiarythmiques.
Étude STOP Persistent NCT03012841					
Su 2020 [267]	Prospective multicentrique 25 sites aux États-Unis, au Canada et au Japon Étude STOP Persistent AF	ACB MAA	165/186	12 mois après une période de blanking de 90 jours	L'ACB était sûre et efficace dans le traitement des patients atteints de FA persistante réfractaire aux médicaments, caractérisée par des épisodes de FA continus < 6 mois.

²⁰ Absence d'échec initial de l'intervention ou de récurrence d'arythmie auriculaire après une période de blanking de 90 jours pour permettre la récupération après l'intervention ou l'ajustement de la dose de médicament.

²¹ Fibrillation auriculaire, flutter auriculaire ou tachycardie auriculaire : fibrillation atriale persistante : durée ≥ 7 jours ou de 48 heures à 7 jours, mais nécessitant une cardioversion pour y mettre fin.

Tachyarythmie atriale récurrente : fibrillation atriale, un flutter ou une tachycardie d'une durée ≥ 30 secondes.

²² Pourcentage de temps en fibrillation atriale.

AUTEURS	TYPE D'ÉTUDE	TECHNOLOGIES	NOMBRE DE PATIENTS	DURÉE DU SUIVI	CONCLUSIONS/COMMENTAIRES
Étude Cryo-First					
Hermida 2020 [113]	ECR 16 centres Cryo-First study	MAA ACB	218 MAA ACB sans TTT ²³ antérieur		Premier rapport d'une ECR multinationale de grande envergure visant à comparer l'ablation par cryoballon à la thérapie MAA en première intention dans un groupe de patients atteints de FAP symptomatique ²⁴ .
Kuniss 2021 [164]	Cryo-First study	ACB* MAA (classe I ou III)	218 FAP ACB : 107 MAA : 111	12 ²⁵	↑ survie sans récurrence (82,2 % contre 67,6 %, P = 0,01); ↓ taux d'incidence de palpitations symptomatiques. L'ACB était supérieure au traitement MAA, chez les patients avec FAP sans traitement antérieur.
Pavlovic 2021 [224]	ECR Cryo-First study NCT01803438	ACB MAA	218 FAP ACB : 107 MAA : 111		L'ACB en première intention s'est avérée supérieure aux MAA pour améliorer la qualité de vie et les symptômes spécifiques chez les patients atteints de FA.
Autres études					
Kanagaratnam 2023 [134]	ECR prospective multi-centrique 13 hôpitaux britanniques NCT02459574	ACB MAA	321 FAP Randomisation 1:1 ACB sans cartographie électrique : les patients libérés le jour même ²⁶ MAA Groupe ACB avec confirmation de IVPO et hospitalisation de nuit		Le protocole AVATAR s'est révélé supérieur au traitement médicamenteux pour éviter les épisodes hospitaliers liés au traitement de la FA, mais la cryoablation conventionnelle n'a pas été supérieure au protocole AVATAR.

* Arctic front advance (Medtronic)

FA : fibrillation auriculaire; TMA : traitement médicamenteux antiarythmique; FAP : fibrillation auriculaire paroxystique; PeAF : fibrillation auriculaire persistante; IVP : isolation de la veine pulmonaire; QoL : qualité de vie; Cryo : cryoablation; TTT : traitement

²³ Traitement.

²⁴ Définit comme (au moins) un épisode d'A d'une durée de 30 s (Holter de 7 jours ou ECG à 12 dérivations).

²⁵ Le critère d'évaluation principal était ≥ 1 épisode d'AA récurrente > 30 s après une période de blanking prédéfinie de 90 jours.

²⁶ Protocole Ablation Versus Anti-arrhythmic Therapy for Reducing All Hospital Episodes from Recurrent (AVATAR).

4.3 **ACB versus ARF**

Une des ECR les plus citées, l'étude multicentrique CIRCA-DOSE²⁷, a évalué la sécurité et l'efficacité des technologies d'ablation de FA de génération avancée chez les patients atteints de FAP réfractaire aux médicaments [8]. Les résultats de l'étude montrent que l'isolation des veines pulmonaires (IVP) réalisée par une ACB de deuxième génération ou par ARF guidée par force de contact (CF-RF) a entraîné une efficacité similaire avec une absence comparable de TAA [7].

Cette étude regroupait 346 patients randomisés, dont 52 (15 %) avaient subi une nouvelle intervention d'ablation après une récurrence de TAA. Les auteurs n'avaient noté aucune différence significative entre les participants subissant une nouvelle ablation et la cohorte restante, à l'exception d'une charge de FA initiale plus élevée.

Après l'intervention d'ablation, les patients subissant une autre intervention avaient une qualité de vie inférieure et une réduction plus faible de la charge de FA par rapport au reste de la cohorte (76,4 % [10,2-95,0] contre 100,0 % [87,7-100,0], $P < 0,0001$).

Il n'y avait pas de différence significative dans le taux d'intervention répétées entre les groupes CF-RF (16 patients), ACB de courte durée (CRYO-2, 18 patients) et ACB de durée standard (CRYO-4, 18 patients, $P = 0,92$). L'intervention d'ablation répétée a été réalisée en moyenne 225 jours (164,3-285,5) après l'ablation initiale. Lors de l'intervention répétée, une reconnexion des VP a été notée chez 47 des 52 (90,4 %) patients, sans différence significative entre les groupes. Au total, 89 patients sur 201 PV (44,3 %) ont été reconnectés.

Dans une ECR comparative, entre l'étude CIRCA-DOSE publiée par Cheung et collaborateurs [46] et l'étude FIRE AND ICE [157], les auteurs ont conclu que les différences des résultats présentés seraient en partie liées au nombre de cathéters d'ablation de type CF-RF utilisés. Les résultats d'études publiées par la suite par Andrade (2021), Wazni (2021) et Zuchelli (2023) sont en faveur de l'utilisation de l'ACB comme traitement de contrôle de première intention du rythme cardiaque [13; 303; 327].

²⁷ Cryoballoon vs Irrigated Radiofrequency Catheter Ablation : Double Short vs Standard Exposure Duration : NCT01913522.

Tableau 4 – Résumés de l'étude CIRCA-DOSE²⁸

AUTEURS	TYPE D'ÉTUDE	TECHNOLOGIES	NOMBRE DE PATIENTS	DURÉE DU SUIVI	CONCLUSIONS/COMMENTAIRES
Andrade 2020* [11]	ECR Étude CIRCA-DOSE NCT01913522	CF-RF ACB	346 FAP	12	L'ablation par cathéter avec des technologies de génération avancée a entraîné une amélioration significative de la QVLS et une réduction significative de l'utilisation des soins de santé dans l'année suivant l'ablation de la FA.
Cheung 2020 [46]	ECR multicentrique Study suite Comparaison des résultats de l'étude FIRE AND ICE (ACB ou RF) [157]	Technologies d'ablation de la FA de génération avancée	346 FAP CIRCA-DOSE 762 FAP FIRE AND ICE	CIRCA-DOSE FIRE AND ICE	L'écart entre les études CIRCA-DOSE et FIRE AND ICE peut être lié aux cathéters d'ablation CF-RF, qui étaient utilisés dans CIRCA-DOSE, mais utilisés chez seulement une minorité de patients dans FIRE AND ICE. Les cathéters à force de contact devraient permettre d'améliorer la délivrance des lésions, en particulier sur la crête latérale gauche, qui est connue pour être associée à une force de contact et à une stabilité du cathéter plus faibles [75]. Ainsi, l'analyse actuelle de l'essai CIRCA-DOSE soutient à la fois les cathéters d'ablation RF à force de contact et les cathéters d'ablation à cryoballon de deuxième génération pour l'isolation des PV chez les patients atteints de FAP. Néanmoins, malgré les progrès de la technologie d'ablation, la reconnexion des PV reste un problème cliniquement pertinent [12].
Samuel 2021 [243]	ECR prospective, multicentrique, en groupe parallèle et à simple insu (étude CIRCA-DOSE) ²⁹ 8 centres canadiens Septembre 2014 – juillet 2017	RF irriguée ACB double court ou standard	346 dont 328 souffraient de FAP (94,8 %) Groupe ACB : 4 minutes Groupe ACB : 2 minutes	Jusqu'à 12 mois après l'ablation	Chez les patients souffrant principalement de FA paroxystique à faible charge, la réduction de la charge de FA après l'ablation peut être associée à une amélioration cliniquement significative de la qualité de vie.
Steinberg 2021 [264]	ECR multicentrique Sous-étude prédéfinie de l'étude CIRCA-DOSE	RF irriguée ACB	346 FAP		Une récurrence précoce de tachyarythmie auriculaire (RPTA) de la FA au-delà de 3 semaines après l'ablation est associée à un risque accru de récurrence tardive.

²⁸ Ablation par cathéter par radiofréquence avec cryoballon ou irriguée; enregistrement Clinical trials : NCT01913522 (2019).

²⁹ Cryoballoon vs Irrigated Radiofrequency Catheter Ablation : Double Short vs Standard Exposure Duration.

AUTEURS	TYPE D'ÉTUDE	TECHNOLOGIES	NOMBRE DE PATIENTS	DURÉE DU SUIVI	CONCLUSIONS/COMMENTAIRES
Andrade 2024 [9]	ECR multicentrique Sous-étude prédéfinie de l'essai CIRCA-DOSE	CF-RF CRYO-4 CRYO-2	346 patients CF-RF: 115 CRYO-4 :115 CRYO-2 : 116		Lors du suivi, l'ablation par cathéter de la FA paroxystique à l'aide de l'énergie radiofréquence a été associée à un nombre réduit de patients développant une FA persistante.

Le mode d'action de l'ARF, et en particulier la précision dans l'application de l'énergie thermique utilisée, peut être à l'origine d'une altération des structures extracardiaques³⁰. C'est dans ce contexte que le consensus international sur l'ablation de la FA recommande toujours la sonde de température œsophagienne comme indication de classe IIa pour la surveillance de la température œsophagienne, en plus de doser l'administration de RF [115] (voir les tableaux 19 à 22). Cependant, l'évolution des techniques d'ablation et la publication de résultats d'étude prometteurs sur l'utilisation de la RF guidée par l'IA [68] et de la RF à haute puissance de courte durée (HPSD) [47; 233] confirment la place importante de l'ARF dans le traitement de la FAP.

Tableau 5 – Résumés des études comparant l'ACB et l'ARF dans le traitement de la FAP

AUTEURS	TYPE D'ÉTUDE	TECHNOLOGIES	NOMBRE DE PATIENTS	DURÉE DU SUIVI (MOIS)	CONCLUSIONS/COMMENTAIRES
Gallagher 2021 [90]	Prospective	ACB ³¹ RF ³²	100 FAP	6 et 12 mois, puis chaque année	La cryothérapie multicathéter peut restaurer le RS ³³ par ablation seule dans plus de cas et plus rapidement que l'ablation par RF. Le succès à long terme est difficile à obtenir avec l'une ou l'autre méthode et est semblable aux deux.
Pak 2021 [217]	ECR prospective NCT03920917	ACB Cryo-IVP RF haute puissance et courte durée (HPSD-RFCA)	314 FAP Groupe Cryo-IVP : n = 156 Groupe HPSD-RFCA : n = 158	9,8 ± 5,1 mois	La cryoablation est une stratégie efficace de contrôle du rythme et nécessite une durée d'intervention plus courte par rapport au HPSD-RFCA.

³⁰ L'ARF dans le cas de FA est associée à un risque de lésion thermique œsophagienne à l'origine de graves conséquences.

³¹ Arctic Front Advance de 28 mm a été utilisé en tandem avec des cathéters de cryoablation focale.

³² Des cathéters ouverts irrigués et sans détection de force ont été utilisés dans le groupe RF avec un système de cartographie 3D.

³³ Rythme sinusal.

AUTEURS	TYPE D'ÉTUDE	TECHNOLOGIES	NOMBRE DE PATIENTS	DURÉE DU SUIVI (MOIS)	CONCLUSIONS/COMMENTAIRES
Sorensen 2021 [263]	ECR RACE NCT03805555	ACB ARF	98 FAP		L'IVP a une durabilité semblable lorsque réalisée par ARF et par CRYO pour les cas modéré à élevés.
Baimbetov 2022 [21]	ECR prospective Stable	ACB RF	127 FAP ACB : 50 RF : 50	36	L'efficacité primaire était relativement la même dans les groupes.
Hegger 2022 [109]	ECR monocentrique prospective	ARF ACB (AB 4 ³⁴)	100 FAP Groupe INDI-FREEZE ³⁵ (protocole individualisé) Groupe témoin (protocole fixe) ³⁶	12	L'approche individualisée offre un profil de sécurité et un résultat clinique semblable à ceux du protocole fixe, tout en réduisant le temps total de congélation.
Shi 2022 [257]	ECR	ACB ARF	101 FAP	12 mois ³⁷	Par rapport à la RFA, l'IVP réalisée par ACB a nécessité une durée d'intervention et d'ablation plus courte, avec moins de récurrences de flutter auriculaire et une absence similaire de TAA au suivi à 12 mois.
Theis 2022 [274]	ECR prospective	ACB ARF	150 FAP Groupe A : ACB de 23 ou 28 mm ³⁸ 64/75 Groupe B RF : 65/754, en utilisant l'IA et en suivant le protocole CLOSE ³⁹	12 ± 4,5 mois	L'ablation par cryoballon et l'ablation par index d'ablation suivant le protocole CLOSE sont tout aussi efficaces pour obtenir une isolation durable de la veine porte.
Ayzenberg 2023 [16]	Étude rétrospective sur dossiers médicaux informatisés 8 centres médicaux (HMO)	ACB ARF	291 FA (300 procédures consécutives) Technique RF à 85 %	2014-2015	L'utilisation de la cryoablation pour la PVI et d'autres améliorations de la technique et de l'expérience pourraient améliorer à la fois l'efficacité et le profil de sécurité.

³⁴ Quatrième génération.

³⁵ Durée du cycle de congélation jusqu'à effet plus 90 s ou interruption du cycle de congélation et repositionnement du CB si sa température n'était pas de -30 °C dans les 40 s.

³⁶ Durée du cycle de congélation de 180 s.

³⁷ Documentée durant plus de 30 s après une période de blanking de 3 mois.

³⁸ Ballon Artic Front™ associé à un cathéter de cartographie Achieve, Medtronic Inc.

³⁹ Le protocole CLOSE combine l'indice d'ablation (IA) et une distance interlésionnelle ≤ 6 mm à l'aide d'un cathéter à flux périphérique (Biosense Webster Thermocool STSF).

AUTEURS	TYPE D'ÉTUDE	TECHNOLOGIES	NOMBRE DE PATIENTS	DURÉE DU SUIVI (MOIS)	CONCLUSIONS/COMMENTAIRES
Millis 2023 [193]	ECR monocentrique comparative	ACB ARF	199 FAP RF : 133 ACB : 66	3 à 12	L'ACB et l'ARF semblent être aussi efficaces chez les patients avec FAP. L'ablation par CRYO est avantageuse en matière de durée de l'intervention.
Teumer 2024 [273]	Étude de registre prospective	ARFB-IPV ⁴⁰ ACB-IPV	513 patients consécutifs ARFB : 171 patients ACB : 342 patients	12	Le nouveau système d'ARFB est efficace et sûr, et est globalement comparable au système d'ACB standard. L'intégration de la cartographie 3D dans l'ARFB n'a pas réduit le temps de fluoroscopie par rapport à l'ACB.
Wollner 2024 [310]	Évaluation de l'efficacité de l'ACB par rapport à l'ARF chez des patients atteints de FA persistante sur une période de 3 ans Étude NO-PERSAF	ACB ARF	101 patients atteints de FA persistante (77 FA persistante, 24 FA persistante de longue durée) adressés à l'IVP ont été randomisés (1:1) en ACB ou ARF	12 - 36	L'ACB comparée à l'ARF présente des résultats similaires en ce qui concerne l'absence de TAA lors d'un suivi à long terme de 3 ans. Cependant, l'incidence du flutter auriculaire était significativement plus faible dans le groupe ACB.

Les résultats des principales revues systématiques et méta-analyses montrent que l'ACB et l'ARF sont toutes deux des thérapies de première intention efficaces et sûres pour la FA par rapport aux MAA.

Chez les patients souffrant de FA persistante, l'ACB présente une efficacité et une sécurité globale semblables à celles de l'ARF. On ne retrouve aucune différence dans l'efficacité des technologies de cathéter; il existe des différences significatives dans la durée de l'intervention entre l'ARF et l'ACB (plus courte). Chez les patients atteints de FA ayant subi une ablation initiale, la cryoablation avec des ballons de deuxième génération et la CF-RF se sont révélées tout aussi efficaces. En outre, elles présentent des taux de récurrences de FA comparables et des incidences de complications graves semblables au cours du processus d'ablation. Une étude évaluant l'incidence des embolies cérébrales après l'ACB et l'ARF chez les patients atteints de FA (étude Embo-Abl) est en cours [196].

Les études cliniques randomisées les plus représentatives sur l'ablation par cathéter par radiofréquence ou la cryoablation par rapport aux médicaments antiarythmiques chez les patients atteints de FA sont présentés dans les tableaux 4, 5 et 6 et dans les annexes.

⁴⁰ Cathéter : multi-electrode radiofrequency balloon-catheter (RFB, Heliostar, Biosense Webster, Irvine, CA, États-Unis).

Tableau 6 – Résumés des revues systématiques et des méta-analyses comparant l’ACB à divers traitements de la FAP

AUTEURS	TECHNOLOGIES	DESCRIPTION	NOMBRE D'ÉTUDES/PATIENTS	DURÉE DU SUIVI (MOIS)	CONCLUSIONS/COMMENTAIRES
Fortuni 2020 [87]	ACB RF	Méta-analyse Traitement de première intention pour la FA	14 ER (2 études publiées depuis 2019) et 34 études observationnelles (6 depuis 2019) ACB : 7951 patients RF : 9641 patients	Suivi moyen : 14 ± 7	L'ACB est préférable pour la première intervention d'ablation de la FA.
Gupta 2020 [98]	AC	Traitement de la FA Méta-analyse en réseau	12 études Une seule étude publiée depuis 2019 5 dispositifs d'AC	12	Le cathéter à radiofréquence avec indice d'ablation est supérieur aux options actuellement disponibles pour une survie sans arythmie auriculaire après 12 mois d'ablation de la FA.
Kukendrarajah 2020 [162]	AC	Méta-analyse en réseau Bases de données EMBASE, MEDLINE et CENTRAL ACB; ARF conventionnelle, ARF multipolaire Laser	12 ECR Aucune étude incluse n'était publiée après 2019	12	Aucune différence dans l'efficacité des technologies de cathéter individuelles. Il existe des différences significatives dans la durée de l'intervention pour le cathéter d'ablation de la veine pulmonaire (PVAC) et le cryoballon.
Liu 2020 [176]	ACB ARF	RS et MA Bases de données PubMed, EMBASE et Cochrane Library	7 études; 934 patients avec FAP Aucune étude depuis 2019	12 – 37	L'ACB est comparable à la ARF en matière d'incidence de FA/TA et de complications procédurales. L'ACB pourrait réduire l'incidence d'une réablation, mais avec un risque de paralysie du nerf phrénique PNP plus élevé. L'ACB peut être considérée comme un TTT pour les patients atteints de FAP. Cependant, des ECR multicentriques sont nécessaires pour vérifier davantage le rôle du CB dans l'ablation de la FA persistante.
Ravi 2020 [228]	ACB ACB 2 ^e génération (ACB-2G) ARF force de contact (RF-CF)	RS Bases de données MEDLINE, Cochrane et ClinicalTrials.gov	17 études; 11 793 patients 13 études publiées depuis 2019	Non spécifié	Chez les patients atteints de FA ayant subi une ablation initiale, la ACB-2G et la RFA- CF se sont révélées tout aussi efficaces. La durée de l'intervention était plus courte, mais l'incidence de paralysie du nerf phrénique était plus élevée dans la ACB-2G.

AUTEURS	TECHNOLOGIES	DESCRIPTION	NOMBRE D'ÉTUDES/PATIENTS	DURÉE DU SUIVI (MOIS)	CONCLUSIONS/COMMENTAIRES
					Aucune différence d'efficacité entre les techniques ACB-2G ou RFA-CF chez les patients atteints de FAP.
Mao 2021 [185]	ACB MAA	Méta-analyse Bases de données EMBASE, PubMed et Cochrane Library Période : jusqu'au 18 mars 2021	3 ECR; 724 patients États-Unis, Canada, Europe, Australie, Amérique latine	12	La méta-analyse actuelle suggère que l'ACB est plus efficace que les MAA comme traitement initial chez les patients atteints de FA paroxystique symptomatique.
Vanderbeek 2021 [289]	ACB ARF	Recherche d'études cliniques rapportant les résultats de la qualité de vie après la réalisation de la CRY Sources : PubMed et Cochrane	10 études admissibles/506 publications 2 études comparaient l'ACB et la ARF	12 mois pour 2 études sur la FAP ont rapporté des améliorations de la qualité de vie jusqu'à 36 mois après l'ablation Aucune donnée à long terme	L'ACB a amélioré significativement la qualité de vie des patients atteints de FA. La faible quantité de données avec comparaison directe entre les sous-groupes limite l'exploration plus approfondie. L'évaluation de la qualité de vie devrait être considérée comme un paramètre de résultat principal dans les futurs essais avec un suivi à long terme.
Wang 2021 [301]	ACB-2 CF-RF	Méta-analyse	5 études; 845 patients 2 études ont été publiées depuis 2019	Non spécifié	Les résultats ont montré que CB-2G et CF-RF présentaient des récurrences comparables de FA et des incidences similaires de complications graves chez les patients atteints de FA au cours du processus d'ablation.
Wu 2021 [312]	ACB (CB2) CF-RF	Méta-analyse Bases de données, notamment Embase, PubMed, Cochrane Library et ClinicalTrials.gov Période d'étude : jusqu'en janvier 2021	6 ECR; 987 patients 3 études publiées depuis 2019	6 - 12	Par rapport à la CF-RF, le traitement CB2 était associé à une durée d'intervention plus courte, mais à une incidence plus élevée de PNP. D'autres études à grande échelle sont nécessaires pour comparer ces deux techniques et fournir une recommandation actualisée.
Zhou 2021 [326]	ACB (CB2) ARF (PVAC)	Méta-analyse en réseau Bases de données (Embase, PubMed, Cochrane Library et ClinicalTrials.gov) Période : jusqu'en mars 2020	33 ECR; 4801 patients Études publiées depuis 2019	Non spécifié	Il n'existe pas suffisamment de preuves pour suggérer qu'une technique d'AC (PVAC, CB2) soit supérieure à une autre. D'autres études à grande échelle sont nécessaires pour comparer les techniques d'AC disponibles et fournir une recommandation optimale à jour.

AUTEURS	TECHNOLOGIES	DESCRIPTION	NOMBRE D'ÉTUDES/PATIENTS	DURÉE DU SUIVI (MOIS)	CONCLUSIONS/COMMENTAIRES
Elsayed 2022 [80]	MAA ACB ARF	Méta-analyse Traitement de première intention de la FAP Sources : MEDLINE, Embase, Scopus et CENTRAL	6 ECR (n = 1212) MAA: 605 ACB: 365 RFA: 245 3 études publiées depuis 2019	3 - 24	La cryoablation et l'ARF sont toutes deux des thérapies de première intention efficaces et sûres pour la FA par rapport aux MAA, la RFA étant la plus efficace pour réduire les récidives.
Leung 2022 [168]	ACB ARF	Revue Principales études publiées jusqu'en 2020	4 études : STOP AF First; EARLY AF; Cryo-FIRST; et EAST-AFNET 4	12	Le niveau de preuve fourni par ces essais récents appuie fortement le traitement par cryoballon par rapport à la thérapie pour les TAA, de manière plus convaincante que les essais plus anciens d'ablation par radiofréquence de première intention [21; 87; 138].
Liu 2022 [175]	Diverses procédures d'IVP avec ou sans isolation adjuvante de la paroi postérieure (PWI)	Méta-analyse Fibrillation auriculaire persistante (PerAF) Bases de données : PubMed, EMBASE et Cochrane Library	8 études; 1428 patients 4 études publiées depuis 2019	3 - 37	L'IVP a effectivement diminué la récurrence d'AA après ablation de PerAF sans augmenter le risque d'AT ou de complications liées à l'intervention. Cependant, d'autres études randomisées sont nécessaires pour confirmer ces résultats.
Trippoli 2022 [279]	ACB ARF MAA	Méta-analyse en réseau Résultats de la méta-analyse sur le sujet générés par la méthode Shiny ⁴¹ Sources : PubMed/Medline	3 études ont été identifiées Les informations de ces études ont été regroupées en fonction des trois traitements ACB : 3 études, n = 365 ARF : 2 études, n = 99 MAA : 5 études, n = 457	Jusqu'à 30	Les résultats montrent que la méthode Shiny a confirmé sa capacité à prendre en compte la durée du suivi dans les essais individuels, tandis que l'approche méta-analytique a confirmé sa capacité à prendre en compte les effets des randomisations effectuées dans les études.

⁴¹ Utilisation des informations issues des études cliniques (méthode Shiny) qui repose sur une méthode d'intelligence artificielle (IA) qui reconstruit les données individuelles des patients à partir de courbes de Kaplan-Meier publiées. R Shiny est une application ou R est un environnement de programmation statistique complet et open source disponible sur un réseau de serveur CRAN (Comprehensive R Archive Network) pour Mac, Windows et Linux.

AUTEURS	TECHNOLOGIES	DESCRIPTION	NOMBRE D'ÉTUDES/PATIENTS	DURÉE DU SUIVI (MOIS)	CONCLUSIONS/COMMENTAIRES
Waranugraha 2022 [302]	ACB (2G-CB) CF-RF	Revue systématique et méta-analyse Bases de données électroniques : ClinicalTrials.gov, Cochrane, ProQuest, PubMed et ScienceDirect Période : jusqu'au 31 janvier 2021	12/752 études étaient admissibles 4 publiées depuis 2019 1419 patients 2G-CB : 734 patients CF-RF : 685 patients	6 - 36	En matière d'absence de tachyarythmie auriculaire (TAA), de FA et d'IVP aiguë, l'ablation par 2G-CB n'est pas supérieure à l'ablation par CF-RF dans la FAP.
Andrade 2023 [5]	ACB ARF MAA	Revue	Cryo-FIRST; Early-AF; STOP-AF First [12; 151; 286]	12	Ces résultats sont pertinents pour les patients, les prestataires de soins et les systèmes de santé, car ils aident à éclairer le choix initial du traitement de contrôle du rythme chez les patients atteints de FA naïve de traitement.
Kim 2023 [141]	ACB ARF	Patients FAP Recherche systématique Bases de données : Embase, PubMed et Cochrane Un modèle à effets aléatoires à variance inverse a été utilisé pour calculer les effets composites	1 ER et 9 études observationnelles 6 publiées depuis 2019 ACB : 1650 patients RF : 1706 patients	12 - 48	Chez les patients souffrant de FA persistante, l'ACB présente une efficacité et une sécurité globale semblables à celles de l'ablation par RF.
Mao 2023 [184]	MAA ACB ARF	Méta-analyse ECR comparant l'ACB ou l'ARF aux MAA comme traitement de première intention de la FA Bases de données : EMBASE, PubMed, Cochrane Library et ClinicalTrials.gov Période : jusqu'en décembre 2021	6 ECR 3 ACB 3 ARF 1215 patients		Chez les patients atteints de FA paroxysmique recevant un traitement initial, l'ACB et la RFA présentent un profil d'efficacité et de sécurité similaire.
Ngo 2023 [210]	ACB ARF	Revue systématique et méta-analyse Bases de données : PubMed et Embase	73 études, dont 28 études publiées depuis 2019 67 159 patients	60	L'importance de la prévention de la thromboembolie à long terme et de la gestion du risque de saignement après l'ablation par cathéter.

AUTEURS	TECHNOLOGIES	DESCRIPTION	NOMBRE D'ÉTUDES/PATIENTS	DURÉE DU SUIVI (MOIS)	CONCLUSIONS/COMMENTAIRES
Serban 2023 [255]	Diverses techniques d'IVP ACB ARF Laser ACP	Recherche systématique Bases de données d'articles publiés entre janvier 2010 et janvier 2023	19 études portant sur 1050 patients 7 études depuis 2019	2 - 7	Aucune différence significative dans la durabilité des lésions d'ablation des quatre énergies évaluées après ajustement des caractéristiques populationnelles procédurales et initiales.
Vrachatis 2023 [296]	ACB RF	Bases de données bibliographiques : Medline Période : jusqu'en décembre 2022	15 études admissibles (3 ECR et 12 suivis de cohorte) 1512 patients 6 études (suivis de cohortes) publiées depuis 2019	3	Les données confirment le rôle important de la veine cave supérieure dans la pathogénèse de la FA. Des études méthodologiquement différentes confirment que l'isolation de la VCS est à la fois sûre et faisable. Il reste à déterminer quels sont les meilleurs candidats et quelle approche d'ablation doit être adoptée.
Amin 2024 [4]	ACB ARF	Revue systématique et méta-analyse Sources : PubMed, EMBASE, Web of Science, SCOPUS et Cochrane ECR publiées jusqu'en octobre 2023	3 ECR avec 400 patients		Les résultats de l'étude montrent que l'ACB dans la FA percutanée est comparable à l'ARF en matière de sécurité et d'efficacité et associée à une durée totale d'intervention plus courte.
Franca 2024 [88]	ACB ARF	RS Bases de données : Medline, BVS, Cochrane et Embase ont été consultés jusqu'en avril 2023	26 études observationnelles et 1 ECR comprenant 117 869 patients, dont 8714 (7,4 %) âgés de > 75/80 ans 7 études publiées depuis 2019	12 - 72	L'ablation de la FA est réalisable chez les patients âgés de plus de 75/80 ans, avec des taux de réussite comparables à ceux des individus plus jeunes. Les taux de complications sont cependant plus élevés.
Lin 2024 [171]	ACB HPSD	RS Études comparant le HPSD à l'ACB pour la FA Bases de données : PubMed, EMBASE, Cochrane Library, Scopus, Web of Science et ClinicalTrials.gov Période : jusqu'au 25 décembre 2023	6 études 2481 patients	> 12	L'HPSD et l'ACB présentent des profils d'efficacité et de sécurité comparables; cependant, la HPSD est associée à un temps d'intervention plus long et à des taux plus élevés d'ablation par déclenchement extra-PV.

AUTEURS	TECHNOLOGIES	DESCRIPTION	NOMBRE D'ÉTUDES/PATIENTS	DURÉE DU SUIVI (MOIS)	CONCLUSIONS/COMMENTAIRES
Providencia 2024 [225]	MAA AC	Revue systématique Sources : MEDLINE, EMBASE et CENTRAL Période : il y a ≤ 10 ans jusqu'au 8 janvier 2024	ACP : 22 études CRYO : 70 études 17 études publiées depuis 2019	6 à 52	Les résultats montrent que l'ablation par cathéter a réduit de manière significative les hospitalisations, le fardeau de la FA et les rechutes, en plus d'améliorer la qualité de vie. Une réduction importante de la mortalité et une amélioration de la FEVG ont été observées chez les patients atteints de FA et d'IC.
Song 2024 [262]	ACB 2 ^e génération CF-RF	RS Bases de données : PubMed, Cochrane Library et Web of Science jusqu'au 31 juillet 2023 Travaux publiés examinant l'efficacité et la sécurité de la CB de la FA	27 études 21 études publiées depuis 2019	Suivi moyen de 58,1	L'ACB est associée à de faibles taux de complications graves et à des taux de réussite raisonnables.

* ACP exclue

4.4 ACB versus ablation en champ pulsé

Plusieurs études cliniques monobras ont montré l'efficacité de l'ablation en champ pulsé (ACP) chez les patients atteints de FAP réfractaire aux médicaments, avec une absence d'AA allant de 66,2 % à 87,4 % un an après un IVP [74; 231; 236; 292]. Les premiers résultats de l'étude de faisabilité PERSaFONE⁴² sur l'utilisation du système d'ablation multiple endocardique FARAPULSE dans le traitement de la fibrillation auriculaire persistante [229], puis ceux des études de Duytschaever (2023) et Reddy (2021), confirment l'innocuité de l'ACP [74; 231].

Les études comparant directement l'ACP à l'ACB sont limitées [232]. Les configurations des cathéters sont variées : en panier et en « pétales de fleur » (5 splines, 4 splines, etc.), comme dans l'étude PULSED-AF⁴³ [292], ou une configuration en lasso, qui a montré une formation de lésion efficace [319] ou encore sous forme d'un cathéter hybride ACP/ARF en treillis [230]. Un autre système (FARAPULSE) est actuellement homologué au Canada comme traitement de la FA persistante dans l'étude ADVANTAGE-AF⁴⁴.

L'ECR multicentrique ADVENT⁴⁵ publiée par Reddy et collaborateurs a comparé l'efficacité et la sécurité de l'ablation par champ pulsé⁴⁶ (301 patients) à l'ablation thermique (ACB, n = 132 patients, ou RF radiofréquence, n = 164 patients) chez les adultes atteints de FAP réfractaire aux médicaments [232]. Cette étude a montré que l'ACP n'était pas inférieure à l'ablation thermique en ce qui concerne les événements indésirables graves (EIG) aigus et chroniques liés au dispositif et à l'intervention (2,1 % contre 1,5 % pour l'ablation thermique, avec une probabilité postérieure de non-infériorité de 0,999). Ces résultats rejoignent ceux de l'étude d'Urbanek, qui avaient révélé que la ACP présentait un taux de complications global inférieur à l'ACB (3,0 % contre 6,5 %; P = 0,1) en raison du taux plus élevé de lésion du nerf phrénique (PNP⁴⁷) avec l'ACB (7,5 % contre 1,0 %; P = 0,001) [284].

Les nouveaux systèmes d'ACP⁴⁸ sont encore plus prometteurs [231; 232; 284; 292]. Les résultats des revues systématiques et des méta-analyses publiées en 2024 comparant les AC et l'ACP soulignent l'intérêt de l'ACP en tant que technique de rechange pour une IVP chez les patients atteints de FAP. Les résultats montrent que l'ACP est un traitement aussi, voire plus sécuritaire que l'ACB, avec des risques et un taux d'événements indésirables majeurs significativement plus faibles qu'avec l'AC. En outre, c'est une intervention plus rapide qui présente des taux d'efficacité comparables (voir les tableaux 6 et 7 et les annexes).

En conclusion, l'ACP représente une avancée potentielle pour le traitement des FAP ayant des conséquences sur la charge AA post-ablation significativement plus importantes que l'énergie thermique. Cependant, des données supplémentaires sont nécessaires pour une utilisation plus large de ce traitement.

⁴² NCT04170621.

⁴³ NCT04198701.

⁴⁴ <https://clinicaltrials.ucsf.edu/trial/NCT05443594>.

⁴⁵ Cette étude a été effectuée dans 30 centres américains (États-Unis) en simple aveugle de non-infériorité.

⁴⁶ FARAPULSE; Boston Scientific, États-Unis.

⁴⁷ Le plus souvent une paralysie du nerf phrénique.

⁴⁸ Trupulse Biosense Webster, États-Unis; FARAPULSE (Boston Scientific); PulseSelect (Medtronic, États-Unis).

Tableau 7 – Résumés des études sur l'ablation en champ pulsé (électroporation)

AUTEURS	TYPE D'ÉTUDE	TECHNOLOGIES	NOMBRE D'ÉTUDES/PATIENTS	DURÉE DU SUIVI (MOIS)	CONCLUSIONS/COMMENTAIRES
Chaumont 2024 [41]	ACB ACP	Patients consécutifs traités par t ACP ou ACB seulement Période : janvier 2021 et décembre 2022 Le choix de l'énergie était basé sur la préférence des patients entre l'anesthésie générale (ACP) et l'anesthésie locale (ACB)	301 patients (220 patients atteints de FAP) ont subi une première IVP réalisée par ACP (n = 151) ou ACB (n = 150)		Les résultats obtenus en conditions réelles suggèrent que l'ACP pourrait être aussi sécuritaire que l'ACB avec une efficacité optimale. Des ECR sont nécessaires pour étudier plus en détail la supériorité potentielle de l'ACP par rapport à l'ACB.
Della Rocca 2024 [63]	ACB ARF ACP Farapulse™ (pentaspline)	Étude multicentrique L'appariement par score de propension	1572 patients FAP (âge moyen : 62,4 ± 11,3 ans subissant une première IVP avec ACP (n = 174), ACB (n = 655) ou ARF (n = 743)		Les résultats montrent que la ACP a contribué à réduire considérablement la durée des procédures.
Reddy 2020 [229]		Ablation par champ pulsé (ACP) Cathéter multispline	25		Le profil de sécurité unique de la ACP a potentialisé l'ablation efficace, sûre et durable de l'IVP et de la méthode LAPW.
Reedy 2021 [231]	3 études multicentriques	Ablation en champ pulsé (cathéter ACP en forme de panier ou de fleur)	121 FAP	Résultats 1 an après l'ACP obtenus dans 3 études multicentriques IMPULSE ⁴⁹ , PEFCAT ⁵⁰ et PEFCAT II ⁵¹ Récidive d'arythmie a été évaluée lors d'un suivi après un an	L'utilisation d'un cathéter ACP à injection unique permet d'obtenir une excellente durabilité de l'injection et une sécurité acceptable avec un faible taux de récurrence d'arythmie auriculaire à 1 an.

⁴⁹ Étude de sécurité et de faisabilité du système d'ablation endocardique IOWA Approach pour traiter la fibrillation auriculaire (NCT03700385).

⁵⁰ Étude de sécurité et de faisabilité du système d'ablation endocardique FARAPULSE pour traiter la fibrillation auriculaire paroxystique (NCT03714178).

⁵¹ Étude de sécurité et de faisabilité étendue du système d'ablation multi-endocardique FARAPULSE pour traiter la fibrillation auriculaire paroxystique (NCT04170608).

AUTEURS	TYPE D'ÉTUDE	TECHNOLOGIES	NOMBRE D'ÉTUDES/PATIENTS	DURÉE DU SUIVI (MOIS)	CONCLUSIONS/COMMENTAIRES
Verma 2023 [292]	Étude prospective, mondiale, multicentrique, non randomisée Étude pivot PULSED AF ⁵² NCT04198701	Ablation par champ pulsé dans la FA	300 FAP 150 FA persistante FAP réfractaire aux MAA : 150	12	Les résultats ont montré que la FA pulsée engendre un faible taux d'événements indésirables primaires (0,7 %) et une efficacité conforme aux technologies d'ablation utilisant une nouvelle énergie d'électroporation irréversible pour traiter les patients atteints de FA.
Lemoine 2024 [167]	Étude prospective monocentrique TRUST (NCT 05521451) ⁵³	Ablation par champ pulsé (ACP) ACB	550 ACP : 191 ACB : 359		Les résultats ont montré des taux de reconnexion équivalents pour l'ACP pentaspline (introduit moins de 3 ans) et l'ACB (introduit il y a plus de 15 ans). D'autres études sont nécessaires pour comprendre si d'autres applications de l'ACP peuvent réduire davantage les reconnexions sans soulever de problèmes de sécurité.
Reddy 2024 [235; 236]	ECR multicentrique, prospective, en simple aveugle Étude ADVENT ⁵⁴ Voir Reddy 2024 NCT04612244	Ablation par champ pulsé (Électroporation ACP) RF ACB	593 FAP résistante ACP : 299 ACB : 132 RF : 164	12	Les résultats de l'étude ADVENT ont montré qu'en comparaison à l'ablation thermique, l'APF a plus souvent entraîné une charge AA < au seuil cliniquement significatif de charge de 0,1 %. Les futures études comparatives devraient intégrer la charge AA dans le critère d'efficacité principal.
Van de Kar 2024 [288]	ACB ACP	Étude observationnelle rétrospective réalisée à partir des données réelles de patients ayant subi une IVP par ACB ou ACP	1714 procédures ont été analysées : 1241 dans le groupe ACB et 473 dans le groupe ACP	6	Les résultats de l'étude ont confirmé la sécurité et l'efficacité de l'ACP par rapport à l'ACB avec une durée d'intervention plus courte et l'absence de paralysie du nerf phrénique.

⁵² Pulsed Field Ablation to Irreversibly Electroporate Tissue and Treat AF.

⁵³ TRUST est réalisée conformément à la Déclaration d'Helsinki de 2013 et a été approuvée par le comité d'éthique de Hambourg, en Allemagne (2020-10066-BO).

⁵⁴ Randomized Controlled Trial for Pulsed-Field Ablation versus Standard of Care Ablation for Paroxysmal Atrial Fibrillation.

Tableau 8 – Résumés des revues systématiques et méta-analyses comparant l’ACB, l’ARF et l’ACP

AUTEURS	TECHNOLOGIES	RANDOMISATION OU DESCRIPTION	NOMBRE D'ÉTUDES/PATIENTS	DURÉE DU SUIVI	CONCLUSIONS/COMMENTAIRES
Freitas 2024 [89]	ACB ACP	Revue systématique et méta-analyse Analyse comparant l'efficacité et la sécurité de l'ACP par rapport à l'ACB chez les patients atteints de FA Bases de données : PubMed, Embase et registre Cochrane Période : entre 2013 et 2024	26 études dont 8 études observationnelles portant sur 3113 patients Études publiées depuis 2019 ACP : 1088 (34,9 %) ACB : 2 025 (65,0 %)	> 12	Les résultats ont montré que l'ACP était associée à un risque plus faible de complications périprocédures et à une durée d'intervention plus courte par rapport à l'ACB chez les patients atteints de FA.
Maccioni 2024 [179]	ACB ACP	RS FAP réfractaires aux MAA Base de données MEDLINE et registre Clinicaltrials.gov Les essais cliniques enregistrés et/ou les études FDA IDE (Food and Drug Administration Investigation Device Exemption) Période : janvier 2008 à mars 2023	ACP : 3 études, 497 patients ACB : 6 études, 1113 patients 4 études publiées depuis 2019	> 12	Les résultats de cette étude montrent que l'ACP présente un profil de sécurité plus favorable que l'ACB, avec des risques significativement plus faibles d'événements indésirables majeurs et prédéfinis. Ces comparaisons indirectes aident à contextualiser la sécurité de l'ACP par rapport à l'ACB pour le traitement de la FAP réfractaire aux médicaments en l'absence d'études comparatives.
Rivano 2024 [237]	ACB ARF ACP	L'analyse a étudié les données de time-to-event publiées pour ces trois techniques Une méthode d'intelligence artificielle a été utilisée pour reconstruire les données individuelles des patients à partir des courbes de Kaplan-Meier Critère d'évaluation : une récurrence d'arythmie	4 ECR/126 ECR 3 ECR, dont 2 publiées depuis 2019	> 12	L'ablation par radiofréquence et l'ablation par cryoballon ont montré une efficacité semblable (à l'exception de l'ablation par cryoballon de deux minutes, qui a donné de moins bons résultats).
Rudolph 2024 [241]	ACB ACP	Recherche systématique et méta-analyse	11 études incluant 3805 patients 9 études publiées depuis 2019	> 12	Les résultats montrent qu'en comparaison à l'ACB, l'ACP permet des temps d'intervention plus courts avec une récurrence d'arythmie plus faible et un risque réduit de complications périprocédures. Des ECR sont nécessaires.

AUTEURS	TECHNOLOGIES	RANDOMISATION OU DESCRIPTION	NOMBRE D'ÉTUDES/PATIENTS	DURÉE DU SUIVI	CONCLUSIONS/COMMENTAIRES
Vetta 2024 [295]	ACP (pentaspline à injection unique) ACB deuxième/troisième/quatrième génération (CRYO)	RS et méta-analyse Bases de données : PubMed, Cochrane Library et Embase, englobant la littérature Période : jusqu'en février 2024	ACP : 20 études CRYO : 70 études 21 études publiées depuis 2019	> 12	Les résultats montrent que l'ACP a contribué au succès et à une sécurité accrue des procédures en phase aiguë par rapport à l'ACB. Les auteurs notent qu'il n'y avait aucune différence statistiquement significative en matière de récurrence d'AT après un an de suivi.
Wan 2024 [299]	Évaluation comparative de l'efficacité procédurale et des profils de sécurité de l'ACP par rapport à l'ACB et dans la prise en charge de la FA	RS Bases de données : PubMed, Cochrane Library et Embase, englobant la littérature jusqu'en février 2024	9 études observationnelles 2875 patients atteints de FA ACP : n = 1105 (38 %) ACB : n = 1770 (62 %)	> 12	Les résultats de cette étude révèlent que l'ACP présente un avantage relatif par rapport à l'ACB en réduisant à la fois la durée de l'opération et l'incidence des complications peropératoires. Des recherches supplémentaires sont nécessaires, notamment en incorporant des essais contrôlés randomisés supplémentaires.
Zhang 2024 [324]	ACB ACP	RS Bases de données EMBASE, PubMed, Cochrane Library et ClinicalTrials.gov pour identifier les essais comparant l'ACP à l'ACB pour la FA depuis leur création jusqu'en décembre 2023	15 études 1880 patients Toutes les études publiées entre 2021 et 2023	> 12	L'utilisation de l'ACP constitue une intervention plus sûre, plus rapide et spécifique aux tissus par rapport à l'ACB, tout en maintenant des taux de réussite comparables. Cela a le potentiel d'améliorer l'efficacité des procédures et d'optimiser l'utilisation des ressources dans la pratique clinique. Ces résultats soulignent la faisabilité et la promesse de l'ACP en tant que technique de rechange pour l'IVP chez les patients atteints de FA.

4.5 Études économiques

L'étude de synthèse publiée par Kowalski et collaborateurs se concentre sur le fardeau fiscal de la FA sur le système de santé et la valeur économique des ablations pour une FA pour les patients et les payeurs [154]. Les auteurs relèvent que l'AC s'est avérée être la stratégie la plus efficace pour le traitement de la fibrillation. Ils ajoutent que dans le cas d'une répétition de cette dernière, elle est associée à des coûts plus élevés par rapport à une intervention d'ablation unique. Ils ajoutent que les résultats d'études ont montré que l'ACB entraîne moins d'ablations répétées que les ARF, entraînant une réduction globale des coûts. Mansour et collaborateurs avaient inclus dans leur analyse toutes les études publiées avant 2018 [183].

Les résultats sur la rentabilité de l'ACB dépendent de nombreux facteurs [51]. L'analyse du modèle économique utilisée dans les dernières directives du NICE (National Institute for Health and Care Excellence) et publiée en avril 2021 a montré que l'ARF point par point est plus rentable que d'autres modalités d'ablation, telles que le cryoballon et la technologie laser. La recommandation du NICE est que l'ARF point par point doit être proposée, à moins qu'il n'y ait des raisons spécifiques d'opter pour le cryoballon ou d'autres alternatives [209].

En 2021, Kuniss et collaborateurs ont tenté d'évaluer le rapport coût-efficacité de l'ACB en première intention⁵⁵ par rapport aux MAA du point de vue d'un organisme payeur de soins de santé allemand [163]. Cette étude incluait 703 participants atteints de FAP non traitée et inscrits dans trois études cliniques randomisées importantes (Cryo-FIRST, STOP AF First et EARLY-AF) [10; 118; 157; 159; 249]. Les données ont été utilisées pour dériver les paramètres du modèle coût-efficacité (CEM). Les résultats obtenus ont montré que l'ACB s'est avérée rentable, avec un coût d'environ 200 € par patient, tout en offrant une augmentation des QALY (environ 0,18) sur toute la durée de vie. Le rapport coût-efficacité différentiel moyen était d'environ 1000 € par QALY gagnée. Les individus devaient recevoir environ 1,2 ablation au cours de leur vie, quel que soit le traitement initial. Les résultats montrent que l'ACB en première intention (Cryoballon Arctic Front Advance) est une alternative rentable aux MAA comme technique initiale de contrôle du rythme pour les patients atteints de FAP en Allemagne.

En 2024, Moss et collaborateurs ont publié les résultats d'une étude dont l'objectif était d'évaluer la rentabilité d'un nouveau protocole simplifié d'ACB de la FA (AVATAR) par rapport à une thérapie antiarythmique optimisée (MAA) et à un protocole conventionnel d'AC, du point de vue du National Health Service (NHS) britannique [203]. Il s'agit de la première évaluation économique, qui reflète le véritable parcours clinique, d'un protocole simplifié basé sur l'ACB par rapport à un protocole optimisé basé sur les MAA. Cette étude a révélé que l'évaluation économique du protocole simplifié AVATAR par rapport au traitement optimisé aux MAA est similaire à celle des évaluations publiées précédemment du protocole d'ablation conventionnel par rapport aux MAA. Ce protocole simplifié AVATAR apparaît comme une option rentable par rapport au protocole d'ablation conventionnel et au traitement optimisé par MAA dans le cadre des soins de santé du NHS britannique.

Sgarito et collaborateurs, en Italie, ont évalué l'impact sanitaire et économique d'une adoption systématique de la sortie le jour même après une ablation de la FA par ACB [256]. Les auteurs ont noté son efficacité clinique et sa durabilité économique, et mettent en évidence ses avantages, tels que la réduction des coûts liés à la gestion des patients et le raccourcissement de la durée du séjour.

Dans une étude japonaise publiée en 2024, Nitta et collaborateurs ont évalué l'efficacité clinique et le rapport coût-efficacité entre l'ACB et l'ARF chez les patients atteints de FAP réfractaire au traitement médicamenteux antiarythmique [211]. La méta-analyse comprenait 12 ECR et 6 études de cohorte par correspondance par score de propension. Les auteurs ont noté que la récurrence de FA était légèrement plus faible chez les patients traités par l'ACB par rapport à l'ARF, mais aucune différence significative n'a été constatée. Une analyse de minimisation des coûts a été menée pour comparer les coûts médicaux de l'ACB par rapport à ceux de l'ARF, car il n'y avait pas de différence significative dans le risque de récurrence de FA entre les procédures. Les économies estimées pour l'ARF étaient de 353 289 JPY (2355 USD) (voir le tableau 9). Les résultats de la méta-

⁵⁵ Cette analyse économique a été la première à étudier la rentabilité de l'ACB en première intention par rapport aux MAA pour la FAP symptomatique du point de vue du payeur de soins de santé allemand.

analyse suggèrent que l'ACB offre des avantages comparables en ce qui concerne la récurrence de FA par rapport à l'ARF et confirment ceux des études précédentes. Tout en soulignant que l'ARF pouvait être plus économique que l'ACB, les auteurs concluent que le choix du traitement doit être basé sur les caractéristiques du patient et du traitement.

4.6 Lignes directives

Les directives actuelles issues du groupe de travail pour le diagnostic et la gestion de la fibrillation auriculaire de la Société européenne de cardiologie (ESC)⁵⁶ recommandent la cryoablation comme indication de classe I chez les patients chez qui les MAA ont échoué ou ne sont pas tolérés [115]. Cette intervention thérapeutique peut être proposée pour le contrôle du rythme en première intention (indication de classe IIa) pour améliorer les symptômes chez certains patients présentant des épisodes de FA symptomatiques (voir le tableau 18).

En 2024, le dernier consensus mis à jour pour définir un cadre contemporain de sélection et de prise en charge des patients envisagés pour ou subissant une ablation de la FA par cathéter ou par chirurgie. Ce consensus est le fruit d'une collaboration entre l'European Heart Rhythm Association, la Heart Rhythm Society, l'Asia Pacific Heart Rhythm Society et la Latin American Heart Rhythm Society [283]. Bien que les approches interventionnelles par cathéter pour traiter la FA dominant, des méthodes non invasives pour traiter la FA seront sans aucun doute développées à l'avenir. La radiothérapie corporelle stéréotaxique s'est avérée efficace pour la tachycardie ventriculaire réfractaire et son utilisation n'est plus rare [59]. Cette technologie a également été utilisée dans une étude pilote pour traiter la FA chez l'homme [226], et ces techniques ne pourront s'améliorer qu'avec un ciblage et une technologie de rayonnement plus sûre. L'ablation par faisceau de carbone et de protons peut permettre un ciblage plus précis et, donc, envoyer une dose de rayonnement plus faible pour les tissus environnants [119]. D'autres recherches sur l'ablation non invasive de la FA doivent être encouragées.

À partir des résultats d'études récentes et de la disponibilité de nouvelles technologies innovantes dans le traitement de la FA, Lewalter et collaborateurs ont publié un avis d'expert sur la conception et les critères d'évaluation des études sur l'AC de la FA.

Les auteurs concluent qu'il est nécessaire de reconsidérer les aspects méthodologiques des études ainsi que le choix et l'appréciation des critères d'évaluation. Cet avis fournit un ensemble de recommandations liées à ces aspects méthodologiques et à la mise en place de définitions précises et adaptées des critères utilisés. Une des principales recommandations de cet avis d'expert est de considérer la durée de blanking postablation de 1 mois ou 45 jours au maximum⁵⁷. La prise en compte des récurrences postablation précoces dans l'évaluation des critères d'évaluation liés au rythme peut entraîner une réduction des taux d'efficacité. Parmi les points soulevés par ces experts, on note l'importance de distinguer les procédures d'ablation répétées pour le traitement de différents types d'arythmies de la manière dont elles sont prises en compte dans le critère d'évaluation de l'étude [169].

⁵⁶ En collaboration avec l'European Heart Rhythm Association (EHRA).

⁵⁷ Dans la majorité des études d'ablation de la FA, la durée est de 3 mois; blanking : toute récurrence n'est pas considérée comme un échec de l'intervention, car le tissu cardiaque est en voie de guérison.

Tableau 9 – Résumés des études économiques

AUTEURS	TECHNOLOGIES	RANDOMISATION OU DESCRIPTION	RÉSULTATS	CONCLUSIONS/COMMENTAIRES
Kuniss 2024 [163]	ACB en première intention MAA	703 participants atteints de FAP non traitée et inscrits dans trois essais cliniques randomisés (Cryo-FIRST, STOP AF First et EARLY-AF) [11; 118; 157; 159; 164; 249; 284; 286] ont été utilisés pour dériver les paramètres du modèle coût-efficacité	L'ACB s'est avérée rentable, avec un coût d'environ 200 € par patient, tout en offrant une augmentation des QALY (environ 0,18) sur toute la durée de vie. Le rapport coût-efficacité différentiel moyen d'environ 1 000 € par QALY gagnée.	Les résultats montrent que le contrôle initial du rythme par une ACB dans la FAP symptomatique est une option de traitement rentable dans le contexte des soins de santé allemands.
Moss 2024 [203]	ACB conventionnelle ACB avec protocole simplifié pour la FA (AVATAR) MAA – traitement optimisé	Analyse statistique des résultats d'efficacité clinique réalisée en considérant une comparaison à trois facteurs Les coûts et certaines des données cliniques des modèles ont été dérivés de l'analyse des coûts intra-essai et de la littérature publiée	Aucune différence significative n'a été constatée entre les protocoles d'ablation. Les résultats d'une analyse des coûts intra-essai montrent qu'AVATAR est économique (1279 £ par patient) par rapport au protocole d'ablation conventionnel. Par rapport aux thérapies MAA, AVATAR (efficacité combinée des protocoles d'ablation conventionnels et AVATAR) s'est avéré plus coûteux, tout en offrant de meilleurs avantages cliniques. Sur un horizon temporel de vie, le rapport coût-efficacité différentiel d'AVATAR a été estimé à 21 046 £ par année de vie ajustée sur la qualité gagnée (intervalle de crédibilité à 95 %, 7086 £-71 718 £).	Le protocole simplifié AVATAR est susceptible d'être une option rentable par rapport à l'ablation conventionnelle et à la thérapie MAA optimisée dans le cadre des soins de santé du NHS britannique.
Sgarito 2024 [256]	ACB	Patients consécutifs atteints de FA symptomatique et réfractaire aux MAA Première ablation de la FA avec une sortie le même jour Période : septembre 2020 – septembre 2022	118/324 patients ont été considérés comme admissibles pour la sortie le même jour; 52 patients ont accepté la voie et ont été inclus dans cette étude. L'analyse montre que la variation de la consommation de ressources associée à la cryoablation avec sortie le même jour est égale à 739,85 €/patient. L'analyse indique que le principal facteur influençant le coût de l'hospitalisation ordinaire était le séjour à l'hôpital, qui a été calculé à 36 % du coût total. Au total, il y a eu une réduction des coûts de 38,472 € grâce à la gestion optimisée des patients atteints de FA dans le cadre de la récupération standard/sortie le jour même.	Les résultats ont montré que la sortie le jour même après une ACB est réalisable chez certains patients avec un protocole standardisé.

AUTEURS	TECHNOLOGIES	RANDOMISATION OU DESCRIPTION	RÉSULTATS	CONCLUSIONS/COMMENTAIRES
Nitta 2024 [211]	ACB ARF	Revue systématique et méta-analyse Patients avec FAP réfractaires au traitement MAA	12 ECR et 6 études de cohorte par correspondance par score de propension. 3 ECR et 6 suivis de cohorte ont été publiés depuis 2019. La récurrence de FA était légèrement plus faible chez les patients traités par ACB par rapport à l'ARF, mais aucune différence significative n'a été constatée. Une analyse de minimisation des coûts a été menée pour comparer les coûts médicaux de l'ACB par rapport à ceux de l'ARF, car il n'y avait pas de différence significative dans le risque de récurrence de FA entre les procédures. Les coûts estimés étaient respectivement de 4 858 544 JPY (32 390 USD) pour l'ACB par rapport à 4 505 255 JPY (30 035 USD) pour l'ARF, avec des économies pour l'ARF de 353 289 JPY (2355 USD).	Les résultats de la méta-analyse suggèrent que l'ACB offre des avantages comparables en ce qui concerne la récurrence de la FA par rapport à l'ARF. Les auteurs ajoutent que, bien que le choix du traitement doive être basé sur les caractéristiques du patient et du traitement, il a été démontré que l'ARF pouvait être moins coûteuse que l'ACB.

5 INTERVENTION D'ABLATION CHIRURGICALE COX-MAZE ET CRYO-MAZE

La FA est fréquente chez les patients atteints d'une cardiopathie structurelle⁵⁸ qui subissent une opération cardiaque⁵⁹ [93; 94]. Les recommandations actuelles soutiennent le traitement chirurgical de la FA chez les patients nécessitant une opération cardiaque. Parmi les traitements, l'ablation hybride (opération et cathéter) figure parmi les nouvelles stratégies de prise en charge de ces patients. En effet, tout comme la radiofréquence, la cryoablation est aussi employée pour réaliser les ablations cardiaques chirurgicales, en particulier en cas d'intervention Maze complète à effraction minimale (voir l'annexe D, figure 1). Ces procédures sont dites concomitantes et peuvent être réalisées par radiofréquence ou par cryoablation [35]. Cependant, vu la complexité des procédures, la FA concomitante n'est souvent pas traitée [178].

5.1 Résultats de la recherche

Sur les 35 études publiées depuis 2015 qui répondent aux critères de notre recherche, on retrouve deux revues systématiques [152; 290] et 5 ECR [35; 78; 101; 129; 170]. Aucune méta-analyse n'a été repérée. Parmi ces études, trois ont été écartées : deux études étaient en russe et en chinois [152; 170] et une autre étude (Étude SurHyb) [77] a été publiée en 2024 par Bulava [35].

L'intervention Maze est un traitement bien établi de la FA qui est parfois associée à une bradycardie nécessitant l'implantation d'un stimulateur cardiaque. Cette intervention a évolué au fil du temps pour mettre au point Cox-Maze II, III et IV, Kosakai-Maze, Cryo Maze (CM), l'approche radiale et l'intervention Maze auriculaire gauche. De nombreux résultats cliniques à moyen et à long termes ont été obtenus avec les procédures Maze originales et modifiées, en particulier pour la FA associée à une maladie de la valve mitrale [194; 269]. L'intervention chirurgicale Cryo Maze s'est avérée efficace, avec des taux de réussite qui varient considérablement (entre 47 et 95 %) [133]. On trouve aussi d'autres méthodes, comme l'approche hybride séquentielle, combinant le Cryo Maze chirurgical suivi d'une ablation par cathéter à radiofréquence qui, contrairement au Cryo Maze complet, permet d'éviter d'utiliser une CEC [36]. Dans une évaluation des effets de la source d'énergie d'ablation chirurgicale sur la sécurité et l'efficacité à long terme des procédures concomitantes (avec cryothérapie ou combinée à une ARF) de l'intervention Cox-Maze (CM), les données obtenues prospectivement ont montré qu'elles sont sûres et extrêmement efficaces [Ad]. Dans une étude similaire, qui portait sur 35 patients atteints de FA persistante ayant subi une intervention Cryo Maze avec une opération cardiaque suivie d'une ARF pour une cardiopathie structurelle [78], les auteurs notent que cette intervention augmente significativement l'absence d'AA chez les patients atteints de FA persistante. Cependant, ils ajoutent que les lignes d'ablation créées à l'aide du Cryo Maze chirurgical sont souvent incomplètes.

Dans une ECR monocentrique publiée en 2019, Jeong et collaborateurs [129] ont comparé les résultats sur un an d'une intervention de labyrinthe⁶⁰ concomitante utilisant la cryoablation à base de N₂O par rapport à la cryoablation à base d'argon. Cette étude a inclus 60 patients adultes ayant subi une opération valvulaire et une intervention CM concomitante pour une valvulopathie cardiaque avec FA persistante. Les auteurs rapportent qu'après un an, les taux de maintien du rythme sinusal étaient similaires. Toutefois, ils notent que l'activité contractile auriculaire gauche a tendance à revenir plus tôt dans le groupe N₂O.

En 2020, Han et collaborateurs ont publié les résultats de l'évaluation de l'efficacité et de la sécurité d'une intervention CM associée à une opération de la valve mitrale [101]. Les résultats comparatifs montrent que le Cryo Maze n'était pas inférieur à l'intervention de type labyrinthe de coupe et de couture (CSM) en matière d'efficacité et de sécurité chez les 200 patients atteints de FAP ou de FA persistante de longue date subissant une opération de la valve mitrale.

⁵⁸ Exemples de cardiopathie structurelle : hypertrophie ventriculaire, hypertrophie auriculaire, cardiopathie congénitale, etc.

⁵⁹ La FA postopératoire est la complication la plus fréquente après une chirurgie cardiaque, survenant chez 50 % des patients.

⁶⁰ Ablation chirurgicale en forme de labyrinthe.

Bulava et collaborateurs ont publié les résultats de l'ECR multicentrique SURHYB effectuée dans sept grands centres cardiovasculaires en Tchéquie [35]. L'objectif de cette étude était d'évaluer si l'ablation préventive par cathéter effectuée en temps opportun serait associée à de meilleurs résultats cliniques que l'ablation chirurgicale seule. Les résultats publiés montrent que l'efficacité de la cryoablation chirurgicale pour obtenir des lésions transmurales et durables dans l'oreillette gauche est étonnamment faible. Les auteurs soulignent qu'une formation appropriée est nécessaire pour l'opération de la FA et qu'il faudrait en faire une spécialité à part avec des chirurgiens spécialisés comme pour d'autres interventions chirurgicales.

Dans une revue systématique regroupant 22 études et publiée en 2021, Varzaly et collaborateurs ont évalué l'efficacité et la sécurité de l'ablation hybride utilisée chez 925 patients atteints de FA [290]. Les données rapportées révèlent que la thérapie par ablation hybride pour la FA donne des résultats favorables avec des taux de complications acceptables.

En résumé, la technique Cox-Maze reste le fondement de l'ablation chirurgicale de la FA, mais le développement des technologies d'ablation au cours des vingt 20 dernières années a drastiquement changé le domaine de la chirurgie de la FA. En outre, ces nouvelles technologies d'ablation ont facilité les approches mini-invasives de ces procédures. L'évolution de la procédure CM IV mini-invasive a réduit le temps de pontage cardiopulmonaire, le temps de clamage, le risque opératoire et la morbidité globale, tout en maintenant son efficacité. Enfin, ces progrès pourraient permettre d'adapter des ensembles de lésions spécifiques et des modalités d'ablation à chaque patient, rendant ainsi le traitement chirurgical de la FA plus efficace. Il faut noter que les données comparant l'approche hybride au Cryo Maze seul sont insuffisantes.

6 DISCUSSION

L'efficacité de l'IVP par cryoballon est équivalente à celle effectuée par radiofréquence chez les patients atteints de FA [12; 158]. Les résultats de l'utilisation de l'ACB dans la FA montrent que cette méthode est sûre à court terme et qu'elle est supérieure aux MAA comme traitement de première intention chez les patients atteints de FAP [118; 249]. Il a été démontré que cette stratégie de traitement initial chez les patients non traités apporte des améliorations cliniquement significatives⁶¹ au nombre d'EIG, diminue la récurrence d'AA chez ces patients et réduit significativement les hospitalisations [6; 13; 168; 320].

Une étude a comparé les tendances d'utilisation et les complications de l'ACB par rapport à l'ARF pour la FA aux Pays-Bas. Dans ce contexte, Samuel et collaborateurs ont analysé les données du Netherlands Heart Registration [244], qui incluaient l'ensemble des patients consécutifs ayant subi une ablation de la FA entre 2013 et 2021, dans 16 hôpitaux des Pays-Bas. Seuls les patients ayant subi une ARF ou une ACB ont été inclus.

Les auteurs ont noté que sur les 37 538 ablations réalisées aux Pays-Bas, 12 549 (33,4 %) patients ont subi une ACB, alors que 20 799 (55,4 %) ont subi une ARF. Les auteurs notent que les ablations répétées (n = 10 511) ont été principalement réalisées par ARF (91,5 %) et que les patients ayant subi une ACB présentaient un risque réduit d'orientation vers une ablation répétée (aHR 0,7 [IC à 95 % 0,6 -0,7]). Les auteurs constatent qu'à partir de 2016, l'ACB a été utilisée aussi fréquemment que l'ARF pour l'ablation de la FA. En outre, des avancées technologiques importantes ont été effectuées pour améliorer la durabilité des lésions. Celles-ci concernaient les cathéters à radiofréquence (CF-RF), les cathéters à ballonnet cryogénique à application unique et les ablations par champ pulsé [46; 69]. En effet, la prise en charge de la FA a beaucoup évolué ces dernières années et des progrès substantiels ont été réalisés, ce qui aide les cliniciens à fournir de meilleurs soins aux patients atteints de FA.

Notons, par exemple, l'utilisation de cryoballon permettant une meilleure surveillance du temps d'isolation (TTE) (CB3 et CB4) et une diminution de cette complication à < 1 % [86]. En outre, les dispositifs cryochirurgicaux modernes permettent aux professionnels de la santé de réaliser des interventions chirurgicales pour la FA plus rapides, plus sûres et aussi efficaces que le Maze-III/IV standard [57]. De plus, certains facteurs liés au patient

⁶¹ Absence de tachyarythmie auriculaire et qualité de vie des patients.

et à la disponibilité des techniques cryochirurgicales peuvent influencer le traitement chirurgical. Il faut noter que les progrès dans la compréhension de l'ACP⁶² pourraient permettre de pallier les lacunes des sources d'énergie conventionnelles.

Même si la technologie d'ACP présente un potentiel réel pour améliorer l'efficacité du traitement des FA et optimiser l'utilisation des ressources dans la pratique clinique, le nombre limité d'études sur le sujet et l'insuffisance de données sur la sécurité du traitement ne permettent pas une généralisation de son utilisation chez les patients atteints de FA [278]. Le développement de la technologie de radiofréquence et l'apport de données récentes justifient la nécessité de nouvelles études économiques comparant l'ablation par radiofréquence et l'ablation par cryoballon [172].

En résumé, les patients atteints de FA ont une qualité de vie liée à la santé altérée, principalement en raison des symptômes et des complications possibles relatives aux épisodes de FA. Cette qualité de vie peut aussi être influencée par les thérapies de la FA, les complications de la FA, la fréquence des visites de suivi et des hospitalisations, les perceptions de la maladie et les facteurs liés au patient, tels que l'anxiété ou la dépression. La complexité de la FA nécessite donc une approche globaliste et multidisciplinaire de la prise en charge des patients. Le choix de la stratégie thérapeutique de la FA dépendra des ressources disponibles, des caractéristiques cliniques des patients, de l'expérience et des compétences du clinicien⁶³.

Pour la technique CM, les nouvelles technologies d'ablation ont facilité les approches mini-invasives. L'évolution de la CM IV mini-invasive a réduit le risque opératoire et la morbidité globale, tout en maintenant son efficacité. Elle pourrait permettre d'adapter des ensembles de lésions spécifiques et des modalités d'ablation à chaque patient, rendant ainsi le traitement chirurgical de la FA plus efficace. Toutefois, les données comparant l'approche hybride au Cryo Maze seul restent insuffisantes.

7 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

L'analyse des données publiées montre que l'utilisation de l'ACB dans le traitement de la FA est efficace et sécuritaire. En outre, on peut noter que les avancées technologiques en santé, et plus précisément dans la prise en charge de la FA, ont permis l'émergence de nouveaux traitements ablatifs utilisant des énergies non thermiques qui donnent des résultats prometteurs. Toutefois, celles-ci nécessitent davantage d'études pour confirmer leur innocuité et leur efficacité par rapport aux traitements actuels de la FA. Il faut souligner que les données rapportant la supériorité d'un type d'énergie et le choix de la source dépendent en partie de la disponibilité d'un centre d'expertise et de l'expérience des professionnels de la santé. Actuellement, l'ACB reste considérée comme un des traitements les plus sûrs et les plus efficaces, et les modèles des générations subséquentes de cryoballons améliorent de manière significative l'efficacité de ce traitement chez les patients atteints de FAP.

À partir des résultats disponibles, l'UETMIS est d'avis de continuer l'utilisation de la cryoablation pour le contrôle du rythme cardiaque dans les FAP, en prenant en considération le contexte d'utilisation, les caractéristiques cliniques des patients, la formation et l'expérience des opérateurs. Dans le cas de l'ablation cryochirurgicale concomitante de la FA lors d'une opération cardiaque, tout en prenant en compte les mêmes impératifs cités précédemment, d'autres données sont nécessaires pour améliorer son déploiement. Pour une gestion optimale et efficace de cette intervention, l'UETMIS suggère la mise en place d'un registre de données du suivi de ces patients pour évaluer les retombées et les développements de cette intervention dans le domaine de la chirurgie cardiaque.

⁶² Une compréhension approfondie de la biophysique et des implications pratiques de l'ACP, électroporation.

⁶³ Par exemple, des anomalies anatomiques cardiaques ou thoraciques pouvant être un obstacle à l'ablation par cryoballon.

8 BIBLIOGRAPHIE

- 1- Ad N, Holmes SD, Rongione AJ, Badhwar V, Wei L, Fornaresio LM and Massimiano PS. The long-term safety and efficacy of concomitant Cox maze procedures for atrial fibrillation in patients without mitral valve disease. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2019;157:1505-1514.
- 2- Al Jefairi N, Camaioni C, Sridi S, Cheniti G, Takigawa M, Nivet H et al. Relationship between atrial scar on cardiac magnetic resonance and pulmonary vein reconnection after catheter ablation for paroxysmal atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2019;30: 727-40.
- 3- Al-Kaisey AM, Parameswaran R, Bryant C, Anderson RD, Hawson J, Chieng D, Segan L, Voskoboinik A, Sugumar H, Wong GR, Finch S, Joseph SA, McLellan A, Ling LH, Morton J, Sparks P, Sanders P, Lee G, Kistler PM, Kalman JM. Atrial fibrillation catheter ablation vs medical therapy and psychological distress: a randomized clinical trial. *JAMA* 2023; 330:925-933.
- 4- Amin AM, Nawlo A, Ibrahim AA, Hassan A, Saber A, Abuelazm M, Abdelazeem B. Efficacy and safety of radiofrequency ablation versus cryoballoon ablation for persistent atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Egypt Heart J.* 2024 Jul 8; 76(1):89. doi: 10.1186/s43044-024-00518-x. PMID: 38976090; PMCID: PMC11231113.
- 5- Andrade JG. Ablation as First-line Therapy for Atrial Fibrillation. *Eur Cardiol.* 2023 Jul 27; 18:e46. doi: 10.15420/ecr.2023.04. PMID: 37546183; PMCID: PMC10398511.
- 6- Andrade JG. Cryoballoon ablation for pulmonary vein isolation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2020; 31: 2128-35.
- 7- Andrade JG, Champagne J, Dubuc M, Deyell MW, Verma A, Macle L, Leong-Sit P, Novak P, Badra-Verdu M, Sapp J, Mangat I, Khoo C, Steinberg C, Bennett MT, Tang ASL, Khairy P; CIRCA-DOSE Study Investigators. Cryoballoon or Radiofrequency Ablation for Atrial Fibrillation Assessed by Continuous Monitoring: A Randomized Clinical Trial. *Circulation.* 2019 Nov 26;140(22):1779-1788. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.119.042622. Epub 2019 Oct 21. PMID: 31630538.
- 8- Andrade JG, Deyell MW, Badra M, Champagne J, Dubuc M, Leong-Sit P, Macle L, Novak P, Roux JF, Sapp J, et al. Randomised clinical trial of cryoballoon versus irrigated radio frequency catheter ablation for atrial fibrillation-the effect of double short versus standard exposure cryoablation duration during pulmonary vein isolation (CIRCA-DOSE): methods and rationale. *BMJ Open.* 2017; 7:e017970. doi: 10.1136/bmjopen-2017-017970 Crossref. PubMed.
- 9- Andrade JG, Deyell MW, Khairy P, Champagne J, Leong-Sit P, Novak P, Sterns L, Roux JF, Sapp J, Bennett R, Bennett M, Hawkins N, Sanders P, Macle L. Atrial fibrillation progression after cryoablation vs. radiofrequency ablation: the CIRCA-DOSE trial. *Eur Heart J.* 2024 Feb 16;45(7):510-518. doi: 10.1093/eurheartj/ehad572. PMID: 37624879.
- 10- Andrade JG, Deyell MW, Macle L, Wells GA, Bennett M, Essebag V, Champagne J, Roux JF, Yung D, Skanes A, Khaykin Y, Morillo C, Jolly U, Novak P, Lockwood E, Amit G, Angaran P, Sapp J, Wardell S, Lauck S, Cadrin-Tourigny J, Kochhäuser S, Verma A; EARLY-AF Investigators. Progression of Atrial Fibrillation after Cryoablation or Drug Therapy. *N Engl J Med.* 2023 Jan 12;388(2):105-116. doi: 10.1056/NEJMoa2212540. Epub 2022 Nov 7. PMID: 36342178.
- 11- Andrade JG, Macle L, Verma A, Deyell MW, Champagne J, Dubuc M, Leong-Sit P, Novak P, Roux JF, Sapp J, Khoo C, Rizkallah J, Levesque S, Tang ASL, Khairy P; CIRCA-DOSE Study Investigators. Quality of Life and Health Care Utilization in the CIRCA-DOSE Study. *JACC Clin Electrophysiol.* 2020 Aug;6(8): 935-944. doi: 10.1016/j.jacep.2020.04.017. PMID: 32819528.
- 12- Andrade JG, Wazni OM, Kuniss M, Hawkins NM, Deyell MW, Chierchia GB, Nissen S, Verma A, Wells GA, Turgeon RD. Cryoballoon Ablation as Initial Treatment for Atrial Fibrillation: JACC State-of-the-Art Review. *J Am Coll Cardiol.* 2021 Aug 31;78(9):914-930. doi: 10.1016/j.jacc.2021.06.038. PMID: 34446164.

- 13- Andrade JG, Wells GA, Deyell MW, Bennett M, Essebag V, Champagne J, Roux JF, Yung D, Skanes A, Khaykin Y, Morillo C, Jolly U, Novak P, Lockwood E, Amit G, Angaran P, Sapp J, Wardell S, Lauck S, Macle L, Verma A; EARLY-AF Investigators. Cryoablation or Drug Therapy for Initial Treatment of Atrial Fibrillation. *N Engl J Med*. 2021 Jan 28;384(4):305-315. doi: 10.1056/NEJMoa2029980. Epub 2020 Nov 16. PMID: 33197159.
- 14- Andrade JG, Yao RRJ, Deyell MW, Hawkins NM, Rizkallah J, Jolly U, Khoo C, Raymond JM, McKinney J, Cheung C, Steinberg C, Ha A, Ramanathan K, Luong C, Glover B, Verma A, Macle L, Khairy P; CIRCA-DOSE Study Investigators. Clinical assessment of AF pattern is poorly correlated with AF burden and post ablation outcomes: A CIRCA-DOSE sub-study. *J Electrocardiol*. 2020 May-Jun; 60:159-164. doi: 10.1016/j.jelectrocard.2020.03.008. Epub 2020 Mar 21. PMID: 32371199.
- 15- Assaf A, Bhagwandien RE, Szili-Torok T, Yap SC. Comparison of the acute outcome of two cryoballoon technologies for pulmonary vein isolation: An updated systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol Heart Vasc*. 2022 Sep 5;42:101115. doi: 10.1016/j.ijcha.2022.101115. PMID: 36097550; PMCID: PMC 9463571.
- 16- Ayzenberg O, Swissa M, Shlezinger T, Bloch S, Katzir I, Chodick G, Caspi A, Vered Z. Atrial Fibrillation Ablation Success Rate - A Retrospective Multicenter Study. *Curr Probl Cardiol*. 2023 Aug;48(8):101161. doi: 10.1016/j.cpcardiol.2022.101161. Epub 2022 Mar 1. PMID: 35245600.
- 17- Baba M, Yoshida K, Naruse Y, Hattori A, Yui Y, Kimata A et al. Predictors of recurrence after catheter ablation of paroxysmal atrial fibrillation in different follow-up periods. *Medicina (Kaunas)* 2020; 56 :465.
- 18- Badertscher P, Weidlich S, Knecht S, et al. Efficacy and safety of pulmonary vein isolation with pulsed field ablation vs. novel cryoballoon ablation system for atrial fibrillation. *Europace*. 2023;25(12):euad329.
- 19- Baek Y-S, Choi J-II, Kim YGi, Lee K-No, Roh S-Y, Ahn J et al. Atrial substrate underlies the recurrence after catheter ablation in patients with atrial fibrillation. *J Clin Med* 2020; 9 :1-13.
- 20- Bahnson TD, Giczewska A, Mark DB, Russo AM, Monahan KH, Al-Khalidi HR, et al. Association between age and outcomes of catheter ablation versus medical therapy for atrial fibrillation: results from the CABANA trial. *Circulation*. 2022;145:796-804. - DOI - PubMed.
- 21- Baimbetov AK, Bizhanov KA, Jukenova AM, Aubakirova AT, Ualiyeva AY, Sagatov IY. Comparative Effectiveness and Safety of Cryoablation Versus Radiofrequency Ablation Treatments for Persistent Atrial Fibrillation. *Am J Cardiol*. 2022 Dec 1;184:22-30. doi: 10.1016/j.amjcard.2022.08.031. Epub 2022 Sep 30. PMID: 36184349.
- 22- Barmano N, Charitakis E, Karlsson JE, Nystrom FH, Walfridsson H, Walfridsson U. Predictors of improvement in arrhythmia-specific symptoms and health-related quality of life after catheter ablation of atrial fibrillation. *Clin Cardiol*. 2019;42:247-255.
- 23- Bavishi AA, Kaplan RM, Peigh G, Diaz CL, Baman JR, Trivedi A, Wasserlauf J, Shen MJ, Sattayaprasert P, Chicos AB, Kim S, Verma N, Arora R, Lin A, Knight BP, Passman RS. Patient characteristics as predictors of recurrence of atrial fibrillation following cryoballoon ablation. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2019 Jun; 42(6):694-704. doi: 10.1111/pace.13669. Epub 2019 Apr 9. PMID: 30912155; PMCID: PMC 7025864.
- 24- Bergau L, El Hamriti M, Rubarth K, et al. Cool enough? Lessons learned from cryoballoon-guided catheter ablation for atrial fibrillation in young adults. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2020;31(11):2857-2864. doi:10.1111/jce.14717.
- 25- Bianchini L, Bordignon S, Chen S, Zanchi S, Tohoku S, Bologna F, et al. Increased procedural safety of cryoballoon pulmonary vein isolation with a double 120 s freeze protocol. *Pacing Clin Electrophysiol*. (2021) 44(8):1371-9. doi: 10.1111/pace.14299.
- 26- Bin Waleed K, Yin X, Yang X, Dai B, Liu Y, Wang Z, et al. Short and long-term changes in platelet and inflammatory biomarkers after cryoballoon and radiofrequency ablation. *Int J Cardiol*. 2019;285:128-32.

- 27- Bisignani A, Cecchini F, Mugnai G, et al. Single procedural outcomes in the setting of percutaneous ablation for persistent atrial fibrillation: a propensity-matched score comparison between different strategies. *J Interv Card Electrophysiol.* 2022;64(1):9-16. <https://doi.org/10.1007/s10840-021-00968-2>.
- 28- Blockhaus C, Guelker J-E, Feyen L, et al. Pulsed field ablation for pulmonary vein isolation: real-world experience and characterization of the antral lesion size compared with cryoballoon ablation. *J Interv Card Electrophysiol.* 2023;66:567-575.
- 29- Blomström-Lundqvist C, Gizurarson S, Schwieler J, Jensen SM, Bergfeldt L, Kennebäck G, Rubulis A, Malmborg H, Raatikainen P, Lönnerholm S, Höglund N, Mörtzell D. Effect of catheter ablation vs antiarrhythmic medication on quality of life in patients with atrial fibrillation: the CAPTAF randomized clinical trial. *JAMA* 2019;321:1059-1068.
- 30- Boersma L, Andrade JG, Betts T, Duytschaever M, Pürerfellner H, Santoro F et al. Progress in atrial fibrillation ablation during 25 years of Europace journal. *Europace* 2023;25:euaad244.
- 31- Boghossian SHC, Barbosa EC, Boghossian E, Rangel L, Benchimol-Barbosa PR, Alcantara ML, Fagundes M, Felix A, Mourilhe-Rocha R. Experience in a Brazilian Center with Cryoablation for Electric Isolation of the Pulmonary Veins in Paroxysmal and Persistent Atrial Fibrillation - Preliminary Results in Brazil. *Arq Bras Cardiol.* 2020 Sep;115(3):528-535. English, Portuguese. doi: 10.36660/abc.20200320. Erratum in: *Arq Bras Cardiol.* 2020 Aug 28;115(2):302. doi: 10.36660/abc.20200807. PMID: 32696858; PMCID: PMC9363100.
- 32- Boveda S, Metzner A, Nguyen DQ, et al. Single-Procedure Outcomes and Quality-of-Life Improvement 12 Months Post-Cryoballoon Ablation in Persistent Atrial Fibrillation: Results From the Multicenter CRYO4PERSISTENT AF Trial. *JACC Clin Electrophysiol* 2018;4:1440-7.
- 33- Bradley CJ, Haines DE. Pulsed field ablation for pulmonary vein isolation in the treatment of atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2020;31:2136-47.
- 34- Bulava A, Mokracek A, Hanis J, Eisenberger M, Kurfirst V, Dusek L. Correlates of arrhythmia recurrence after hybrid Epi- and endocardial radiofrequency ablation for persistent atrial fibrillation. *Circul Arrhythm Electrophysiol.* 2017;10:e005273.
- 35- Bulava A, Mokráček A, Němec P, Wichterle D, Osmančík P, Budera P, Kačer P, Vetešková L, Skála T, Šantavý P, Chovančík J, Branny P, Rizov V, Kolesár M, Šafaříková I, Rybář M; SURHYB Trial Investigators. Lesion durability found during mandated percutaneous catheter ablation after surgical cryo-ablation for treatment of non-paroxysmal atrial fibrillation. *J Cardiothorac Surg.* 2024 Jun 27;19(1):397. doi: 10.1186/s13019-024-02889-3. PMID: 38937763; PMCID: PMC11210112.
- 36- Bulava A, Mokracek A, Wichterle D, Budera P, Osmancik P, Kacer P, Veteskova L, Nemec P, Skala T, Santavy P, Chovancik J, Branny P, Rizov V, Kolesar M, Rybar M. Sequential hybrid ablation versus surgical Cryo Maze alone for treatment of atrial fibrillation (SurHyb Trial): a protocol of the multicentre randomized controlled trial. *J Appl Biomed.* 2023 Jun;21(2):67-72. doi: 10.32725/jab.2023.007. Epub 2023 May 11. PMID: 37212155.
- 37- Calkins H, Brugada J, Packer DL, Cappato R, Chen SA, Crijns HJ, Damiano RJ Jr, Davies DW, Haines DE, Haissaguerre M, Iesaka Y, Jackman W, Jais P, Kottkamp H, Kuck KH, Lindsay BD, Marchlinski FE, McCarthy PM, Mont JL, Morady F, Nademanee K, Natale A, Pappone C, Prystowsky E, Raviele A, Ruskin JN, Shemin RJ; Heart Rhythm Society; European Heart Rhythm Association; European Cardiac Arrhythmia Society; American College of Cardiology; American Heart Association; Society of Thoracic Surgeons. 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 Jun; 9(6): 335-79. doi: 10.1093/europace/eum120. Erratum in: *Europace*. 2009 Jan;11(1):132. PMID: 17599941.
- 38- Canpolat U, Kocyigit D, Yalcin MU, Cotelci C, Sener YZ, Oksul M, Gürses KM, Evranos B, Yorgun H, Aytemir K. Long-term outcomes of pulmonary vein isolation using second-generation cryoballoon during atrial fibrillation ablation. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2019 Jul;42(7):910-921. doi: 10.1111/pace.13721. Epub 2019 May 31. PMID: 31106431.
 - 39- Cespón-Fernández M, Della Rocca DG, Almorad A, Magnocavallo M, Pannone L, Koopman P et al. Versatility of the novel single-shot devices: a multicenter analysis. *Heart Rhythm* 2023;20:1463-5.
 - 40- Chang TY, Lo LW, Te ALD, Lin YJ, Chang SL, Hu YF, et al. The importance of extrapulmonary vein triggers and atypical atrial flutter in atrial fibrillation recurrence after cryoablation: insights from repeat ablation procedures. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2019;30(1):16-24.
 - 41- Chaumont C, Hayoun C, Savoure A, Al Hamoud R, Auquier N, McDonnell E, Eltchaninoff H, Anselme F. Pentaspline Pulsed Field Ablation Catheter Versus Cryoballoon for Atrial Fibrillation Ablation : Results From a Prospective Comparative Study. *J Am Heart Assoc*. 2024 Mar 19;13(6):e033146. doi: 10.1161/JAHA.123.033146. Epub 2024 Mar 12. PMID: 38471838; PMCID: PMC11010030.BackgroundCryoballoon.
 - 42- Chen CF, Liu MJ, Jin CL, Gao XF, Liu XH, Xu YZ. Costs and long-term outcomes following pulmonary vein isolation for atrial fibrillation in elderly patients using second-generation cryoballoon vs. open-irrigated radiofrequency in China [published online ahead of print Dec 31, 2019]. *J Interv Card Electrophysiol*. 2019. <https://doi.org/10.1007/s10840-019-00697-7>.
 - 43- Chen CF, Zhong YG, Jin CL, Gao XF, Liu XH, Xu YZ. Comparing between second-generation cryoballoon vs open-irrigated radiofrequency ablation in elderly patients: acute and long-term outcomes. *Clin Cardiol*. 2020; 43: 500-507. <https://doi.org/10.1002/clc.23335>.
 - 44- Chen S, Wang Z, Xuan F, et al.: One-year outcomes of wide antral cryoballoon ablation guided by highdensity mapping vs. conventional cryoballoon ablation for atrial fibrillation: a propensity score-matched study. *Front Cardiovasc Med*. 2024, 11:1327639. 10.3389/fcvm.2024.1327639.
 - 45- Chen X, Xia Y, Lin Y, et al. Cryoballoon ablation for treatment of atrial fibrillation in a Chinese population: five-year outcomes and predictors of recurrence after a single procedure. *Front Cardiovasc Med*. 2022; 9:836392. doi:10.3389/fcvm.2022.836392.
 - 46- Cheung CC, Deyell MW, Macle L, Verma A, Champagne J, Leong-Sit P, Novak P, Badra-Verdu M, Sapp J, Khairy P, Andrade JG. Repeat Atrial Fibrillation Ablation Procedures in the CIRCA-DOSE Study. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2020 Sep;13(9):e008480. doi : 10.1161/CIRCEP.120.008480. Epub 2020 Jul 23. PMID: 32701361.
 - 47- Chieng D, Segan L, Sugumar H, Al-Kaisey A, Hawson J, Moore BM, Nam MCY, Voskoboinik A, Prabhu S, Ling LH, Ng JF, Brown G, Lee G, Morton J, Debinski H, Kalman JM, Kistler PM. Higher power short duration vs. lower power longer duration posterior wall ablation for atrial fibrillation and oesophageal injury outcomes: a prospective multi-centre randomized controlled study (Hi-Lo HEAT trial). *Europace*. 2023 Feb 16;25(2):417-424. doi: 10.1093/europace/eaac190. PMID: 36305561; PMCID: PMC9934996.
 - 48- Chieng D, Sugumar H, Segan L, Tan C, Vizi D, Nanayakkara S, Al-Kaisey A, Hawson J, Prabhu S, Voskoboinik A, Finch S, Morton JB, Lee G, Mariani J, Gerche L, Taylor A, Howden AJ, Kistler E, Kalman PM, Kaye JM, Ling DM, Ling LH. Atrial fibrillation ablation for heart failure with preserved ejection fraction: a randomized controlled trial. *JACC Heart Fail* 2023;11:646-658.
 - 49- Chierchia G-B, Mugnai G, Hunuk B, Ströker E, Velagić V, Saitoh Y et al. Impact on clinical outcome of premature interruption of cryoenergy delivery due to phrenic nerve palsy during second generation cryoballoon ablation for paroxysmal atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2015;26:950-5.
 - 50- Chu G, Calvert P, Sidhu B, et al. Patient experience of very high power short duration radiofrequency ablation for atrial fibrillation under mild conscious sedation. *J Interv Card Electrophysiol*. 2023;66:445-453.

- 51- Chun JKR, Bordignon S, Last J, Mayer L, Tohoku S, Zanchi S, Bianchini L, Bologna F, Nagase T, Urbanek L, Chen S, Schmidt B. Cryoballoon Versus Laserballoon: Insights From the First Prospective Randomized Balloon Trial in Catheter Ablation of Atrial Fibrillation. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2021 Feb;14(2): e009294. doi: 10.1161/CIRCEP.120.009294. Epub 2021 Jan 8. PMID: 33417476.
- 52- Cochet H, Nakatani Y, Sridi-Cheniti S, Cheniti G, Ramirez FD, Nakashima T, Eggert C, Schneider C, Viswanathan R, Derval N, Duchateau J, Pambrun T, Chauvel R, Reddy VY, Montaudon M, Laurent F, Sacher F, Hocini M, Haïssaguerre M, Jais P. Pulsed field ablation selectively spares the oesophagus during pulmonary vein isolation for atrial fibrillation. *Europace*. 2021 Sep 8;23(9):1391-1399. doi: 10.1093/europace/euab090. PMID: 33961027; PMCID: PMC8427383.
- 53- Cordes F, Ellermann C, Dechering DG, Frommeyer G, Kochhäuser S, Lange PS, et al. Time-to-isolation-guided cryoballoon ablation reduces oesophageal and mediastinal alterations detected by endoscopic ultrasound: results of the MADEPVI trial. *Europace*. (2019) 21(9):1325-33. doi: 10.1093/europace/euz142.
- 54- Cosedis Nielsen J, Johannessen A, Raatikainen P, Hindricks G, Walfridsson H, Kongstad O, Radio-frequency ablation as initial therapy in paroxysmal atrial fibrillation. *N Engl J Med*. 2012 Oct 25;367(17): 1587-95.
- 55- Coutiño HE, Ströcker E, Takarada K, et al. Radiofrequency versus cryoballoon ablation for atrial fibrillation in the setting of left common pulmonary veins. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2019; 42: 1456-1462. <https://doi.org/10.1111/pace.13810>.
- 56- 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;101:406-26.
- 57- Cox JL, Malaisrie SC, Churyla A, Mehta C, Kruse J, Kislitsina ON, McCarthy PM. Cryosurgery for Atrial Fibrillation: Physiologic Basis for Creating Optimal Cryolesions. *Ann Thorac Surg*. 2021 Aug;112(2):354-362. Doi: 10.1016/j.athoracsur.2020.08.114. Epub 2021 May 1. PMID: 33279545.
- 58- Creta A, Kanthasamy V, Schilling RJ, Rosengarten J, Khan F, Honarbakhsh S, Earley MJ, Hunter RJ, Finlay M. First experience of POLARx™ versus Arctic Front Advance™: An early technology comparison. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2021 Apr; 32(4):925-930. doi: 10.1111/jce.14951. Epub 2021 Mar 4. PMID: 33590568.
- 59- Cuculich PS, Schill MR, Kashani R, Mutic S, Lang A, Cooper D, et al. Noninvasive cardiac radiation for ablation of ventricular tachycardia. *N Engl J Med* 2017;377:2325-36.
- 60- Davies A, Mahmoodi E, Emami M, et al. Comparison of outcomes using the first and second generation Cryoballoon to treat atrial fibrillation. *Heart Lung Circ*. 2020; 29: 452-459. doi:10.1016/j.hlc.2019.03.017.
- 61- De Loma Osorio Ángel F, Rocío C, Arcadio GA, Ermengol V, Alberto B, Jorge T, et al. Primary results of the Spanish Cryoballoon Ablation Registry: acute and longterm outcomes of the RECABA study. *Sci Rep*. (2021) 11(1):17628. doi: 10.1038/s41598-021-96655-3.
- 62- Del Monte A, Chierchia GB, Della Rocca DG, Pannone L, Sorgente A, Bala G et al. Posterior wall isolation via a multi-electrode radiofrequency balloon catheter: feasibility, technical considerations, endoscopic findings and comparison with cryoballoon technologies. *J Interv Card Electrophysiol* 2023;67:273-83.
- 63- Della Rocca DG, Magnocavallo M, Natale VN, Gianni C, Mohanty S, Trivedi C et al. Clinical presentation, diagnosis, and treatment of atrioesophageal fistula resulting from atrial fibrillation ablation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2021;32:2441-50.
- 64- Della Rocca DG, Marcon L, Magnocavallo M, Menè R, Pannone L, Mohanty S, Sousonis V, Sorgente A, Almorad A, Bisignani A, Głowniak A, Del Monte A, Bala G, Polselli M, Mouram S, La Fazia VF, Ströcker E, Gianni C, Zerious S, Bianchi S, Sieira J, Combes S, Sarkozy A, Rossi P, Boveda S, Natale A, de Asmundis C, Chierchia GB; HRMC Investigators. Pulsed electric field, cryoballoon, and radiofrequency for paroxysmal atrial fibrillation ablation: a propensity score-matched comparison. *Europace*. 2024 Jan 20; 26(1) (1) : euae016. doi : 10.1093/europace/euae016. PMID: 38245007; PMCID: PMC10823352.

- 65- DeLurgio DB, Crossen KJ, Gill J, et al. Hybrid Convergent Procedure for the Treatment of Persistent and Long-Standing Persistent Atrial Fibrillation: Results of CONVERGE Clinical Trial. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2020;13:e009288.
- 66- Dhillon G, Ahsan S, Honarbakhsh S et al. A multicentered evaluation of ablation at higher power guided by Ablation Index: establishing ablation targets for pulmonary vein isolation. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 30(3), 357–365 (2019).
- 67- Di Biase L, Mohanty P, Mohanty S, Santangeli P, Trivedi C, Lakkireddy D, Reddy M, Jais P, Themistoclakis S, Dello Russo A, Casella M, Pelargonio G, Narducci ML, Schweikert R, Neuzil P, Sanchez J, Horton R, Beheiry S, Hongo R, Hao S, Rossillo A, Forleo G, Tondo C, Burkhardt JD, Haissaguerre M, Natale A. Ablation versus amiodarone for treatment of persistent atrial fibrillation in patients with congestive heart failure and an implanted device: results from the AATAC multicenter randomized trial. *Circulation* 2016;133 : 1637–1644.
- 68- Di Biase L, Monir G, Melby D, et al. Composite Index Tagging for PVI in Paroxysmal AF: A Prospective, Multicenter Postapproval Study. *JACC Clin Electrophysiol* 2022;8:1077-89.
- 69- Ding J, Xu J, Ma W, Chen B, Yang P, Qi Y, Sun S, Cheng A. A novel individualized strategy for cryoballoon catheter ablation in patients with paroxysmal atrial fibrillation. *BMC Cardiovasc Disord.* 2019 Dec 17; 19(1):299. doi: 10.1186/s12872-019-01295-1. PMID: 31847803; PMCID: PMC6918665.
- 70- Dukkipati SR, Neuzil P, Skoda J, et al. Visual balloon-guided point-by-point ablation: reliable, reproducible, and persistent pulmonary vein isolation. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2010;3:266-73.
- 71- Dulai R, Furniss SS, Sulke N, Freemantle N, Lambiase PD, Farwell D, Srinivasan NT, Tan S, Patel N, Graham A, Veasey RA. A randomized sham-controlled study of pulmonary vein isolation in symptomatic atrial fibrillation (The SHAM-PVI study): Study design and rationale. *Clin Cardiol.* 2023 Aug;46(8):973-980. doi: 10.1002/clc.24066. Epub 2023 Jun 13. PMID: 37309845; PMCID: PMC10436780.
- 72- Dulai R, Uy CP, Kassir Y, et al. The long-term effect of thermal-guided second-generation cryoablation in paroxysmal and persistent atrial fibrillation. *Indian Pacing Electrophysiol J.* 2021; 21: 261-266. doi:10.1016/j.ipej.2021.05.002.
- 73- Duytschaever M, De Pooter J, Demolder A, et al. Long-term impact of catheter ablation on arrhythmia burden in low-risk patients with paroxysmal atrial fibrillation: the CLOSE to CURE study. *Heart Rhythm.* 2020;17:535-543.
- 74- Duytschaever M, De Potter T, Grimaldi M, Anic A, Vijgen J, Neuzil P, et al. Paroxysmal atrial fibrillation ablation using a novel variable-loop biphasic pulsed field ablation catheter integrated with a 3-dimensional mapping system: 1-year outcomes of the multicenter insPIRE study. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2023;16(3): e011780.
- 75- Ed VY, Shah D, Kautzner J, Schmidt B, Saoudi N, Herrera C, Jaïs P, Hindricks G, Peichl P, Yulzari A, et al. The relationship between contact force and clinical outcome during radiofrequency catheter ablation of atrial fibrillation in the TOCCATA study. *Heart Rhythm.* 2012;9:1789–1795. doi: 10.1016/j.hrthm.2012.07.016 Crossref. PubMed.
- 76- Efremidis M, Letsas KP, Georgopoulos S, Karamichalakis N, Vlachos K, Lioni L et al. Safety, long-term outcomes and predictors of recurrence following a single catheter ablation procedure for atrial fibrillation. *Acta Cardiol* 2019; 74:319–324.
- 77- Eisenberger M, Bulava A, Kautzner J, Neuzil P, Mokracek A, Hanis J, Dusek L. Sequential Hybrid Cryo Maze Ablation versus Surgical Cryo Maze Alone for the Treatment of Atrial Fibrillation (SurHyb): study protocol for a randomized controlled trial. *Trials.* 2016 Oct 24;17(1):518. doi: 10.1186/s13063-016-1634-4. PMID: 27776530; PMCID: PMC5078885.
- 78- Eisenberger M, Bulava A, Mokracek A, Hanis J, Kurfirst V, Dusek L. Sequential Hybrid Surgical Cryo Maze and Transvenous Catheter Ablation of Atrial Fibrillation. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2015 Dec;38(12): 1379-85. doi: 10.1111/pace.12686. Epub 2015 Aug 7. PMID: 26172428.

- 79- Ekanem E, Reddy VY, Schmidt B, Reichlin T, Neven K, Metzner A et al. Multi-national survey on the methods, efficacy, and safety on the post-approval clinical use of pulsed field ablation (MANIFEST-PF). *Europace* 2022;24:1256-66.
- 80- Elsayed M, Abdelfattah OM, Sayed A, Prasad RM, Barakat AF, Elgendy IY, Andrade J, Jared Bunch T, Thosani A, Saliba WI, Wazni OM, Hussein AA. Bayesian network meta-analysis comparing cryoablation, radiofrequency ablation, and antiarrhythmic drugs as initial therapies for atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2022 Feb;33(2):197-208. doi: 10.1111/jce.15308. Epub 2021 Dec 11. PMID: 34855270.
- 81- Esato M, An Y, Ogawa H, Wada H, Hasegawa K, Tsuji H et al. Major adverse cardiovascular events and mortality after catheter ablation in Japanese patients with atrial fibrillation: the Fushimi AF Registry. *Heart Vessels* 2021; 36: 1219-1227.
- 82- European Society of Cardiology. 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) *European Heart Journal* (2020) 42, 373-498.
- 83- Evans JM, Withers KL, Lencioni M, et al. Quality of life benefits from arrhythmia ablation: a longitudinal study using the C-CAP questionnaire and EQ5D. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2019;42:705-711.
- 84- Eysenck W, Sulke N, Freemantle N, Patel NR, Furniss SS, Veasey RA. The effect of atrial fibrillation intervention on nocturnal respiratory events in elderly patients with persistent AF. *Clin Respir J* 2019;13: 280-288.
- 85- Farkowski MM, Karlinski M, Barra S, Providencia R, Golicki D, Pytkowski M, Anic A, Chun JKR, de Asmundis C, Lane DA, Boveda S. Effectiveness and safety of a single freeze strategy of cryoballoon ablation of atrial fibrillation: an EHRA systematic review and meta-analysis. *Europace.* 2022 Jan 4;24(1): 58-69. doi: 10.1093/europace/euab133. PMID: 34297839.
- 86- Földesi C, Misiková S, Ptaszyński P, et al. Safety of cryoballoon ablation for the treatment of atrial fibrillation: First European results from the cryo AF Global Registry. *Pacing Clin Electrophysiol* 2021; 44:883-94.
- 87- Fortuni F, Casula M, Sanzo A, Angelini F, Cornara S, Somaschini A, Mugnai G, Rordorf R, De Ferrari GM. Meta-Analysis Comparing Cryoballoon Versus Radiofrequency as First Ablation Procedure for Atrial Fibrillation. *Am J Cardiol.* 2020 Apr 15;125(8):1170-1179. doi: 10.1016/j.amjcard.2020.01.016. Epub 2020 Jan 28. PMID: 32087997.
- 88- França MRQ, Morillo CA, Carmo AAL, Mayrink M, Miranda RC, Naback ADN, Nevis I, Silva GA, Ribeiro ALP, Nascimento BR. Efficacy and safety of catheter ablation for atrial fibrillation in elderly patients: a systematic review and meta-analysis. *J Interv Card Electrophysiol.* 2024 Jan 31. doi: 10.1007/s10840-024-01755-5. Epub ahead of print. PMID: 38291274.
- 89- Freitas M, Lucena C, Guida E, Bulhões R, Vieira I, Donadon M, Barbalho M, Vilela D, Cazeiro D, Brito J, Dantas, Comparative effectiveness of pulsed field ablation and cryoballoon ablation for atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis, *European Heart Journal*, Volume 45, Issue Supplement_1, October 2024, ehae666.376, <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehae666.376>.
- 90- Gallagher MM, Yi G, Gonna H, Leung LWM, Harding I, Evranos B, Bastiaenen R, Sharma R, Wright S, Norman M, Zuberi Z, Camm AJ. Multi-catheter cryotherapy compared with radiofrequency ablation in long-standing persistent atrial fibrillation: a randomized clinical trial. *Europace.* 2021 Mar 8;23(3):370-379. doi: 10.1093/europace/euaa289. PMID: 33188692.
- 91- Gedikli Ö, Mohanty S, Trivedi C, Gianni C, Chen Q, Della Rocca DG et al. Impact of dense “smoke” detected on transesophageal echocardiography on stroke risk in patients with atrial fibrillation undergoing catheter ablation. *Heart Rhythm* 2019; 16 :351-357.
- 92- Giannopoulos G, Kossyvakis C, Vrachatis D, Aggeli C, Tsitsinakis G, Letsas K, et al. Effect of cryoballoon and radiofrequency ablation for pulmonary vein isolation on left atrial function in patients with non-

- valvular paroxysmal atrial fibrillation: a prospective randomized study (Cryo-LAEF study). *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2019; 30(7):991-8. <https://doi.org/10.1111/jce.13933>.
- 93- Gillinov AM, Bagiella E, Moskowitz AJ, Raiten JM, Groh MA, Bowdish ME, et al. Rate Control versus Rhythm Control for Atrial Fibrillation after Cardiac Surgery. *N Engl J Med*. 2016;374(20):1911-21.
 - 94- Greenberg JW, Lancaster TS, Schuessler RB, Melby SJ. Postoperative atrial fibrillation following cardiac surgery: a persistent complication. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1 oct 2017;52(4):665-72.
 - 95- Grosse Meininghaus D, Freund R, Koerber B, Kleemann T, Matthes H, Geller JC. Pulsed-field ablation does not induce esophageal and periesophageal injury—a new esophageal safety paradigm in catheter ablation of atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2024;35:86–93.
 - 96- Guckel D, Lucas P, Isgandarova K, El Hamriti M, Bergau L, Fink T, Sciacca V, Imnadze G, Braun M, Khalaph M, Nölker G, Sommer P, Sohns C. News from the Cold Chamber: Clinical Experiences of POLARx versus Arctic Front Advance for Single-Shot Pulmonary Vein Isolation. *J Cardiovasc Dev Dis*. 2022 Jan 8;9(1):16. doi: 10.3390/jcdd9010016. PMID: 35050226; PMCID: PMC8777824.
 - 97- Gunawardene MA, Schaeffer BN, Jularic M, Eickholt C, Maurer T, Akbulak RÖ et al. Pulsed-field ablation combined with ultrahigh-density mapping in patients undergoing catheter ablation for atrial fibrillation: practical and electrophysiological considerations. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2022;33:345–56.
 - 98- Gupta D, Potter T, Disher T, Eaton K, Goldstein L, Patel L, Grima D, Velleca M, Costa G. Comparative effectiveness of catheter ablation devices in the treatment of atrial fibrillation: a network meta-analysis. *J Comp Eff Res*. 2020 Jan;9(2):115-126. doi: 10.2217/ce-2019-0165. Epub 2020 Jan 8. PMID: 31913063.
 - 99- Haïssaguerre M, Jaïs P, Shah DC, Takahashi A, Hocini M, Quiniou G, Garrigue S, Le Mouroux A, Le Métayer P, Clémenty J. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Engl J Med*. 1998 Sep 3;339(10):659-66. doi: 10.1056/NEJM199809033391003. PMID: 9725923.
 - 100- Haïssaguerre M, Shah DC, Jaïs P, et al. Electrophysiological breakthroughs from the left atrium to the pulmonary veins. *Circulation* 2000;102:2463-5.
 - 101- Han J, Wang H, Wang Z, Yin Z, Zhang J, Jin Y, Han H. Comparison of Cryo Maze With Cut-and-Sew Maze Concomitant With Mitral Valve Surgery: A Randomized Noninferiority Trial. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 2021 Autumn;33(3): 680-688. doi: 10.1053/j.semtcvs.2020.11.028. Epub 2020 Nov 24. PMID: 33246094.
 - 102- Hara S, Miyazaki S, Hachiya H, et al. Long-term outcomes after second-generation cryoballoon ablation of paroxysmal atrial fibrillation—Feasibility of a single short freeze strategy without bonus applications. *Int J Cardiol*. 2020; 306: 90-94. doi:10.1016/j.ijcard.2020.02.032.
 - 103- Hartl S, Dorwarth U, Pongratz J, et al. Impact of age on the outcome of cryoballoon ablation as the primary approach in the interventional treatment of atrial fibrillation: insights from a large all-comer study. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2021; 32: 949-957. doi:10.1111/jce.14972.
 - 104- Hasegawa K, Miyazaki S, Kaseno K, Hisazaki K, Amaya N, Miyahara K, Aiki T, Ishikawa E, Mukai M, Matsui A, Aoyama D, Shiomi Y, Tama N, Ikeda H, Fukuoka Y, Morishita T, Ishida K, Uzui H, Tada H. Pressure-guided second-generation cryoballoon pulmonary vein isolation: Prospective comparison of the procedural and clinical outcomes with the conventional strategy. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2019 Oct; 30(10):1841-1847. doi: 10.1111/jce.14080. Epub 2019 Aug 4. PMID: 31328311.
 - 105- Hassan, W.S.; Zaky, S.H.; Mohamed, K.H.; Ibrahim, M.M. Smart touch radiofrequency catheter ablation versus cryoballoon ablation of pulmonary veins in patients with paroxysmal atrial fibrillation. *Open Access Maced. J. Med. Sci*. 2020, 8, 563–568. [CrossRef].
 - 106- Hayashi T, Murakami M, Saito S, Iwasaki K. Characteristics of anatomical difficulty for cryoballoon ablation: insights from CT. *Open Heart*. 2022 Jan;9(1):e001724. doi : 10.1136/openhrt-2021-001724. PMID: 34992156; PMCID: PMC8739445.

- 107- He C, Zhang W, Yin L, Sun M, Zhao Z, Ye G, Liu T, Shi W, Zhang D, Li F, Ding C. Single-shot technique of cryoablation for atrial fibrillation has comparable effective and safety outcomes compared to standard technique: insights from multiple clinical studies. *Front Cardiovasc Med.* 2023 Sep 7;10: 1195492. doi: 10.3389/fcvm.2023.1195492. PMID: 37745124; PMCID: PMC10512731.
- 108- Heeger CH, Bellmann B, Fink T, et al. Efficacy and safety of cryoballoon ablation in the elderly: a multicenter study. *Int J Cardiol.* 2019; 278: 108-113. doi:10.1016/j.ijcard.2018.09.090.
- 109- Heeger CH, Popescu SS, Saraei R, Kirstein B, Hatahet S, Samara O, Traub A, Fehe M, D'Ambrosio G, Keelani A, Schlüter M, Eitel C, Vogler J, Kuck KH, Tilz RR. Individualized or fixed approach to pulmonary vein isolation utilizing the fourth-generation cryoballoon in patients with paroxysmal atrial fibrillation: the randomized INDI-FREEZE trial. *Europace.* 2022 Jul 15;24(6):921-927. doi: 10.1093/europace/euab 305. PMID: 34907431; PMCID: PMC9282912.
- 110- Heeger CH, Rexha E, Maack S, Rottner L, Fink T, Mathew S, et al. Reconduction after second-generation cryoballoon-based pulmonary vein isolation- impact of different ablation strategies. *Circ J.* (2020) 84(6):902-10. doi: 10.1253/circj.CJ-19-1144.
- 111- Heeger C-H, Subin B, Wissner E, Fink T, Mathew S, Maurer T et al. Second- generation cryoballoon-based pulmonary vein isolation: lessons from a five-year follow-up. *Int J Cardiol* 2020; 312 :73-80.
- 112- Hein R, Riis-Vestergaard LD, Tønnesen J, Zörner CR, Rasmussen PV, Ruwald MH, Johannessen A, Worck RH, Hansen J, Middelfart C, Gislason GH, Hansen ML. Effect of early cryoballoon ablation on atrial fibrillation recurrence-A Danish nationwide register study. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2024 Jul;35(7):1429-1439. doi: 10.1111/jce.16303. Epub 2024 May 16. PMID: 38757241.
- 113- Hermida JS, Chen J, Meyer C, Iacopino S, Arena G, Pavlovic N, Velagic V, Healey S, Packer DL, Pitschner HF, de Asmundis C, Kuniss M, Chierchia GB. Cryoballoon catheter ablation versus antiarrhythmic drugs as a first-line therapy for patients with paroxysmal atrial fibrillation: Rationale and design of the international Cryo-FIRST study. *Am Heart J.* 2020 Apr;222:64-72. Doi: 10.1016/j.ahj.2019.12.006. Epub 2019 Dec 18. PMID: 32018203.
- 114- Higgins JPT, Thomas J, Chandler J, Cumpston M, Li T, Page MJ, Welch VA. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* Version 6.4. 2nd ed. Chichester, UK: John Wiley & Sons; 2019.
- 115- Hindricks G, Potpara T, Dagres N, et al. 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS): The Task Force for the diagnosis and management of atrial fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the European Heart Rhythm Association (EHRA) of the ESC. *Eur Heart J* 2021;42:373-498.
- 116- Hisazaki K, Hasegawa K, Kaseno K, Miyazaki S, Amaya N, Shiomi Y, Tama N, Ikeda H, Fukuoka Y, Morishita T, Ishida K, Uzui H, Tada H. Endothelial damage and thromboembolic risk after pulmonary vein isolation using the latest ablation technologies: a comparison of the second-generation cryoballoon vs. contact forcesensing radiofrequency ablation. *Heart Vessels* 2019;34:509-516.
- 117- Hoffmann E, Straube F, Wegscheider K, Kuniss M, Andresen D, Wu LQ, Tebbenjohanns J, Noelker G, Tilz RR, Chun JKR, Franke A, Stellbrink C, Garcia-Alberola A, Dorwarth U, Metzner A, Ouarrak T, Brachmann J, Kuck KH, Senges J; FREEZE Cohort Study Investigators. Outcomes of cryoballoon or radiofrequency ablation in symptomatic paroxysmal or persistent atrial fibrillation. *Europace* 2019;21:1313-1324.
- 118- Hoffmann R, Parade U, Bauerle H, Winter K-D, Rauschenbach U, Mischke K et al. Safety and acute efficacy of cryoballoon ablation for atrial fibrillation at community hospitals. *Europace* 2021; doi:10. 1093/europace/euab132.
- 119- Hohmann S, Deisher AJ, Konishi H, Rettmann ME, Suzuki A, Merrell KW, et al. Catheter-free ablation of infarct scar through proton beam therapy: tissue effects in a porcine model. *Heart Rhythm* 2020;17:2190-9.

- 120- Hojo R, Fukamizu S, Miyazawa S, Kawamura I, Sakurada H, Hiraoka M. The relationship between obstructive sleep apnea and recurrence of atrial fibrillation after pulmonary vein isolation using a contact force-sensing catheter. *J Interv Card Electrophysiol* 2019; 54:209-15.
- 121- Hong KL, Borges J, Glover B. Catheter ablation for the management of atrial fibrillation: current technical perspectives. *Open Heart* 2020;7:e001207.
- 122- Ikenouchi T, Nitta J, Nitta G, Kato S, Iwasaki T, Murata K, Junji M, Hirao T, Kanoh M, Takamiya T, Kato N, Inamura Y, Negi K, Sato A, Yamato T, Matsumura Y, Takahashi Y, Goya M, Hirao K. Propensity-matched comparison of cryoballoon and radiofrequency ablation for atrial fibrillation in elderly patients. *Heart Rhythm* 2019;16:838-845.
- 123- Inamura Y, Nitta J, Inaba O, Sato A, Takamiya T, Murata K et al. Presence of non- pulmonary vein foci in patients with atrial fibrillation undergoing standard ablation of pulmonary vein isolation: clinical characteristics and long-term ablation outcome. *Int J Cardiol Heart Vasc* 2021; 32 :100717.
- 124- Jain A, Chen CC, Chang SL, et al. Comparison of efficacy of pulmonary vein isolation between cryoballoon ablation and high-power short-duration ablation. *Indian Pacing Electrophysiol J.* 2023; 23:110-115.
- 125- Jain SK, Novak PG, Sangrigoli R, et al. Sustained quality-of-life improvement post-cryoballoon ablation in patients with paroxysmal atrial fibrillation: results from the STOP-AF Post-Approval Study. *Heart Rhythm.* 2020;17:485-491.
- 126- Jaïs P, Cauchemez B, Macle L, et al. Catheter ablation versus antiarrhythmic drugs for atrial fibrillation : the A4 study. *Circulation* 2008;118:2498-505.
- 127- January CT, Wann LS, Calkins H, et al. 2019 AHA/ACC/HRS focused update of the 2014 AHA/ACC/HRS guideline for the management of patients with atrial fibrillation: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on clinical practice guidelines and the heart rhythm society in collaboration with the society of thoracic surgeons. *Circulation.* 2019; 140 : e125-e151.
- 128- Jastrz ębski M, Kiełbasa G, Fijorek K, Bednarski A, Kusiak A, Sondej T et al. Outcomes of atrial fibrillation ablation program based on single-shot techniques. *Postepy Kardiol Interwencyjne* 2021; 16 :466-473.
- 129- Jeong DS, Sung K, Kim WS, Keumhee Cho C and Park PW. Randomized Trial of Concomitant Maze Procedure Using Nitrous Oxide- Versus Argon-Based Cryoablation. *Ann Thorac Surg.* 2019;108:30-36.
- 130- Jiang C, Zhao D, Tang K, et al. Effectiveness and Safety of Cryoablation in Patients With Atrial Fibrillation Episodes of <24 h Duration: A Propensity-Matched Analysis. *Front Cardiovasc Med.* 2021;8: 724378. doi:10.3389/fcvm.2021.724378.
- 131- Jin, M.; Lim, B.; Yu, H.T.; Kim, T.; Uhm, J.; Joung, B.; Lee, M.; Hwang, C.; Pak, H. Long-Term Outcome of Additional Superior Vena Cava to Septal Linear Ablation in Catheter Ablation of Atrial Fibrillation. *J. Am. Heart Assoc.* 2019, 8, e013985. [CrossRef].
- 132- Joglar JA, Chung MK, Armbruster AL, Benjamin EJ, Chyou JY, Cronin EM, Deswal A, Eckhardt LL, Goldberger ZD, Gopinathannair R, Gorenek B, Hess PL, Hlatky M, Hogan G, Ibeh C, Indik JH, Kido K, Kusumoto F, Link MS, Linta KT, Marcus GM, McCarthy PM, Patel N, Patton KK, Perez MV, Piccini JP, Russo AM, Sanders P, Streur MM, Thomas KL, Times S, Tisdale JE, Valente AM, Van Wagoner DR; Peer Review Committee Members. 2023 ACC/AHA/ACCP/HRS Guideline for the Diagnosis and Management of Atrial Fibrillation: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation.* 2024 Jan 2;149(1):e1-e156. doi: 10.1161/CIR.0000000000001193. Epub 2023 Nov 30. Erratum in: *Circulation.* 2024 Jan 2;149(1):e167. doi: 10.1161/CIR.0000000000001207. Erratum in: *Circulation.* 2024 Feb 27;149(9):e936. doi: 10.1161/CIR.0000000000001218. Erratum in: *Circulation.* 2024 Jun 11;149(24):e1413. doi: 10.1161/CIR.0000000000001263. PMID: 38033089; PMCID: PMC11095842.
- 133- Kakuta T, Fukushima S, Minami K, Shimahara Y, Yamasaki T, Matsumoto Y, Yamashita K, Kawamoto N, Tadokoro N, Kabata D, Kobayashi J, Fujita T. Contemporary outcomes of the concomitant Cryo Maze

- procedure. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2019 Jul 1;29(1):28-34. doi: 10.1093/icvts/ivz029. PMID: 30820555.
- 134- Kanagaratnam P, McCready J, Tayebjee M, Shepherd E, Sasikaran T, Todd D, Johnson N, Kyriacou A, Hayat S, Hobson NA, Mann I, Balasubramaniam R, Whinnett Z, Earley M, Petkar S, Veasey R, Kirubakaran S, Coyle C, Kim MY, Lim PB, O'Neill J, Davies DW, Peters NS, Babalis D, Linton N, Falaschetti E, Tanner M, Shah J, Poulter N. Ablation versus anti-arrhythmic therapy for reducing all hospital episodes from recurrent atrial fibrillation: a prospective, randomized, multi-centre, open label trial. *Europace*. 2023 Mar 30;25(3):863-872. doi: 10.1093/europace/euac253. PMID: 36576323; PMCID: PMC10062288.
 - 135- Kanda T, Masuda M, Kurata N, Asai M, Iida O, Okamoto S, Ishihara T, Nanto K, Tsujimura T, Okuno S, Matsuda Y, Hata Y, Mano T. Efficacy and safety of the cryoballoon-based atrial fibrillation ablation in patients aged ≥80 years. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2019 Nov;30(11):2242-2247. doi: 10.1111/jce.14166. Epub 2019 Sep 22. PMID: 31507014.
 - 136- Kanthasamy V, Schilling R, Zongo O, Khan K, Earley M, Monk V, Hunter R, Mangiafico V, Ang R, Creta A, Aluwahlia N, Honarbakhsh S, Dhinoja M, Gupta D, Finlay M. Feasibility of double-blinded, placebo-controlled interventional study for assessing catheter ablation efficacy in persistent atrial fibrillation: insights from the ORBITA AF feasibility study. *Am Heart J* 2023;269:56-71.
 - 137- Kassa KI, Nagy Z, Simkovits D, et al. Evaluation of isolation area, myocardial injury and left atrial function following high-power short-duration radiofrequency or second-generation cryoballoon ablation for atrial fibrillation. *J Cardiovasc Dev Dis*. 2022;9:327.
 - 138- Kataoka, S.; Ejima, K.; Yazaki, K.; Kanai, M.; Yagishita, D.; Shoda, M.; Hagiwara, N. Feasibility of Superior Vena Cava Isolation in Patients with Cardiac Implantable Electronic Devices. *J. Cardiovasc. Electrophysiol*. 2020, 31, 3132-3140. [CrossRef].
 - 139- Kawamura I, Neuzil P, Shivamurthy P, Petru J, Funasako M, Minami K et al. Does pulsed field ablation regress over time? A quantitative temporal analysis of pulmonary vein isolation. *Heart Rhythm* 2021; 18:878-84.
 - 140- Kece F, Bruggemans EF, de Riva M, Alizadeh Dehnavi R, Wijnmaalen AP, Meulman TJ, et al. Incidence and clinical significance of cerebral embolism during atrial fibrillation ablation with duty-cycled phased-radiofrequency versus cooled-radiofrequency: a randomized controlled trial. *JACC Clin Electrophysiol*. 2019;5(3):318-26.
 - 141- Kim, J.A., Chelu, M.G. Comparison of cryoballoon and radiofrequency ablation for persistent atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis. *J Interv Card Electrophysiol* 66, 585-595 (2023). <https://doi.org/10.1007/s10840-022-01369-9>.
 - 142- Kim JOk, Shim J, Lee S-H, Yu HT, Kim T-H, Uhm J-S et al. Clinical characteristics and rhythm outcome of catheter ablation of hemodynamically corrected valvular atrial fibrillation. *J Cardiol* 2019; 73:488-496.
 - 143- Kirchhof P, Camm AJ, Goette A, et al. Early Rhythm-Control Therapy in Patients with Atrial Fibrillation. *N Engl J Med* 2020;383:1305-16.
 - 144- Kis Z, Martirosyan M, Hendriks AA, Theuns D, Bhagwandien R, Wijchers S et al. High cerebrovascular thromboembolic event rate long after unsuccessful catheter ablation for atrial fibrillation. *J Atr Fibrillation* 2020; 13:2294.
 - 145- Knecht S, Sticherling C, Roten L, Badertscher P, Chollet L, Küffer T, Spies F, Madaffari A, Mühl A, Baldinger SH, Servatius H, Osswald S, Reichlin T, Kühne M. Technical and procedural comparison of two different cryoballoon ablation systems in patients with atrial fibrillation. *J Interv Card Electrophysiol*. 2022 Aug;64(2):409-416. doi: 10.1007/s10840-021-01035-6. Epub 2021 Jul 28. PMID: 34319493; PMCID: PMC9399022.
 - 146- Knecht, S.; Zeljkovic, I.; Badertscher, P.; Krisai, P.; Spies, F.; Vognstrup, J.; Pavlovic, N.; Manola, S.; Osswald, S.; Kühne, M.; et al. Role of Empirical Isolation of the Superior Vena Cava in Patients with

- Recurrence of Atrial Fibrillation after Pulmonary Vein Isolation—A Multi-Center Analysis. *J. Interv. Card. Electrophysiol.* 2023, 66, 435–443. [CrossRef].
- 147- Knight BP, Novak PG, Sangrigoli R, Champagne J, Dubuc M, Adler SW, et al. Long-term outcomes after ablation for paroxysmal atrial fibrillation using the second-generation cryoballoon: final results from STOP AF post-approval study. *JACC Clin Electrophysiol.* 2019;5(3):306–14.
 - 148- Kobori A, Sasaki Y, Pak M, et al. Comparison of cryoballoon and contact force-sensing radiofrequency ablation for persistent atrial fibrillation in clinical practice. *Circ J.* 2022;86(2):290–8. <https://doi.org/10.1253/circj.CJ-21-0608>.
 - 149- Kochi AN, Moltrasio M, Tundo F, Riva S, Ascione C, Dessanai MA, Pizzamiglio F, Vettor G, Cellucci S, Gasperetti A, Tondo C, Fassini G. Cryoballoon atrial fibrillation ablation: Single-center safety and efficacy data using a novel cryoballoon technology compared to a historical balloon platform. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2021 Mar;32(3):588–594. doi: 10.1111/jce.14930. Epub 2021 Feb 10. PMID: 33537996.
 - 150- Kocyigit D, Yalcin MU, Gurses KM, et al. Impact of anatomical features of the left atrial appendage on outcomes after cryoablation for atrial fibrillation. *J Cardiovasc Comput Tomogr.* 2019; 13: 105–112. doi:10.1016/j.jcct.2019.01.011.
 - 151- Koektuerk B, Koektuerk O, Yorgun H, Guelker JE, Turan C, Gorr E, et al. Longterm impact of a bonus freeze on clinical outcome: analysis of effective and noneffective bonus freezes in cryoballoon ablation. *PLoS One.* (2019) 14(5): e0214231. doi: 10.1371/journal.pone.0214231.
 - 152- Komarov RN, Matsuganov DA, Nuzhdin MD, Bystrov DO. Prediktory retsidiva fibrillyatsii predserdii posle biatrial'noi krioablyatsii: sistematicheskii obzor [Predictors of atrial fibrillation recurrence after biatrial Cryo Maze procedure: a systematic review]. *Khirurgiia (Mosk).* 2024;(11):100–104. Russian. doi: 10.17116/hirurgia2024111100. PMID: 39584521.
 - 153- Kornej J, Schumacher K, Zeynalova S, Sommer P, Arya A, Weiß M et al. Time- dependent prediction of arrhythmia recurrences during long-term follow-up in patients undergoing catheter ablation of atrial fibrillation. *Leipzig Heart Center AF Ablation Registry Sci Rep* 2019; 9:7112.
 - 154- Kowalski M, Shah R, Akhrass P, Parikh V. Economics and laboratory efficiency of atrial fibrillation ablation. *Curr Opin Cardiol.* 2022 Jan 1;37(1):22–29. doi: 10.1097/HCO.0000000000000932. PMID: 3462 0737.
 - 155- Kriatselis C, Unruh T, Kaufmann J, Gerds-Li J-H, Kelle S, Gebker R et al. Long-term left atrial remodeling after ablation of persistent atrial fibrillation: 7-year follow-up by cardiovascular magnetic resonance imaging. *J Interv Card Electrophysiol* 2020; 58:21–27.
 - 156- Krisai P, Knecht S, Badertscher P, Mühl A, Osswald S, Roten L, Reichlin T, Sticherling C, Kühne M. Troponin release after pulmonary vein isolation using pulsed field ablation compared to radiofrequency and cryoballoon ablation. *Heart Rhythm.* 2022 Sep;19(9):1471–1472. doi: 10.1016/j.hrthm.2022.05.020. Epub 2022 May 25. PMID: 35643298.
 - 157- Kuck KH, Albenque JP, Chun KJ, Fürnkranz A, Busch M, Elvan A, Schlüter M, Braegelman KM, Kueffer FJ, Hemingway L, et al. FIRE AND ICE Investigators. . Repeat ablation for atrial fibrillation recurrence post cryoballoon or radiofrequency ablation in the FIRE AND ICE trial. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2019;12:e007247. doi: 10.1161/CIRCEP.119.007247 Crossref. PubMed.
 - 158- Kuck KH, Brugada J, Fürnkranz A, et al.: Cryoballoon or radiofrequency ablation for paroxysmal atrial fibrillation. *N Engl J Med.* 2016, 374:2235–45. 10.1056/NEJMoa1602014.
 - 159- Kuck KH, Fürnkranz A, Chun KR, et al. Cryoballoon or radiofrequency ablation for symptomatic paroxysmal atrial fibrillation: reintervention, rehospitalization, and quality-of-life outcomes in the FIRE AND ICE trial. *Eur Heart J* 2016;37:2858–65.

- 160- Kuck KH, Lebedev DS, Mikhaylov EN, Romanov A, Gellér L, Kaléjs O, Neumann T, Davtyan K, On YK, Popov S, Bongiorno MG, Schlüter M, Willems S, Ouyang F. Catheter ablation or medical therapy to delay progression of atrial fibrillation: the randomized controlled atrial fibrillation progression trial (ATTEST). *Europace* 2021;23: 362-369.
- 161- Kuck KH, Merkely B, Zahn R, Arentz T, Seidl K, Schlüter M, Tilz RR, Piorkowski C, Gellér L, Kleemann T, Hindricks G. Catheter ablation versus best medical therapy in patients with persistent atrial fibrillation and congestive heart failure: the randomized AMICA trial. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2019;12:e007731.
- 162- Kukendrarajah K, Papageorgiou N, Jewell P, Hunter RJ, Ang R, Schilling R, Providencia R. Systematic review and network meta-analysis of atrial fibrillation percutaneous catheter ablation technologies using randomized controlled trials. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2020 Aug;31(8):2192-2205. doi: 10.1111/jce.14598. Epub 2020 Jun 29. PMID: 32495462.
- 163- Kuniss M., Hillcoat, L., Moss, J. et al. An economic evaluation of first-line cryoballoon ablation versus antiarrhythmic drug therapy for the treatment of paroxysmal atrial fibrillation from a German healthcare payer perspective. *BMC Health Serv Res* 24, 1474 (2024). <https://doi.org/10.1186/s12913-024-11967-0>.
- 164- Kuniss M, Pavlovic N, Velagic V, Hermida JS, Healey S, Arena G, Badenco N, Meyer C, Chen J, Iacopino S, Anselme F, Packer DL, Pitschner HF, Asmundis C, Willems S, Di Piazza F, Becker D, Chierchia GB; Cryo-FIRST Investigators. Cryoballoon ablation vs. antiarrhythmic drugs : first-line therapy for patients with paroxysmal atrial fibrillation. *Europace*. 2021 Jul 18;23(7):1033-1041. doi: 10.1093/europace/euab029. PMID: 33728429; PMCID: PMC8286851.
- 165- Kupusovic J, Kessler L, Bruns F, Bohnen J-E, Nekolla SG, Weber MM, Lauenroth A, Rattka M, Hermann K, Dobrev D, Rassaf T, Wakili R, Rischpler C, Siebermair J. Visualization of fibroblast activation using 68Ga-FAPI PET/CT after pulmonary vein isolation with pulsed field compared with cryoballoon ablation. *J Nucl Cardiol* 2023;30: 2018-2028.
- 166- Lawin D, Lawrenz T, Chun KRJ, Lim HE, Obidigbo V, Selma JM, Peytchev P, Nguyen DQ, Földesi C, Stellbrink C; the Cryo AF Global Registry Investigators. Cryoballoon ablation of atrial fibrillation in octogenarians: one year outcomes from the cryo global registry. *J Interv Card Electrophysiol*. 2024 Sep;67(6):1341-1351. doi: 10.1007/s10840-023-01680-z. Epub 2023 Dec 12. PMID: 38082096; PMCID: PMC11379788.
- 167- Lemoine MD, Obergassel J, Jaekle S, Nies M, Taraba S, Mencke C, Rieß J, My I, Rottner L, Moser F, Ismaili D, Reißmann B, Ouyang F, Kirchhof P, Rillig A, Metzner A. Pulsed-field- vs. cryoballoon-based pulmonary vein isolation: lessons from repeat procedures. *Europace*. 2024 Aug 30;26(9):euae221. doi: 10.1093/europace/euae221. PMID: 39166530; PMCID: PMC11363872.
- 168- Leung LWM, Akhtar Z, Seshasai SRK, Gallagher MM. First-line management of paroxysmal atrial fibrillation: is it time for a 'pill in the bin' approach? A discussion on the STOP AF First, EARLY AF, Cryo-FIRST, and EAST-AF NET 4 clinical trials. *Europace*. 2022 Apr 5;24(4):533-537. doi: 10.1093/europace/euab259. PMID: 34850953.
- 169- Lewalter T, Blomström-Lundqvist C, Lakkireddy D, Packer D, Meyer R, Kuniss M, Ladwig KH, Jilek C, Diener HC, Boriani G, Turakhia MP, Schneider S, Svennberg E, Albers B, Andrade JG, de Melis M, Brachmann J. Expert opinion on design and endpoints for studies on catheter ablation of atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2024 Nov;35(11):2182-2201. doi: 10.1111/jce.16443. Epub 2024 Sep 25. PMID: 39319521.
- 170- Li X, Liu L, Song L, Luo C, Yang B, Liu Y. [Application of cryoablation in minimally invasive mitral valve surgery]. *Zhong Nan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban*. 2016 Mar 28;41(3):295-9. Chinese. doi: 10.11817/j.issn.1672-7347.2016.03.011. PMID: 27033794.
- 171- Lin, L., Huang, Y., Huang, Q., Yu, F., & Mao, Y. (2024). Meta-analysis of high-power short-duration versus cryoballoon ablation for atrial fibrillation. *Pacing and Clinical Electrophysiology*.

- 172- Lin Y, Wu H-K, Wang Te-H, Chen T-H, Lin Yu-S. Trend and risk factors of recurrence and complications after arrhythmias radiofrequency catheter ablation: a nation-wide observational study in Taiwan. *BMJ Open* 2019; 9 :e023487.
- 173- Liu G, Wang Y, Xu X, Tian J, Lv T. Comparison for the efficacy and safety of time-to-isolation protocol and conventional protocol of cryoballoon in the treatment of atrial fibrillation: a meta-analysis and systematic review. *J Interv Card Electrophysiol*. 2021 Nov;62(2):259-268. doi: 10.1007/s10840-020-00890-z. Epub 2020 Oct 9. PMID: 33033904.
- 174- Liu J, Yang H, Liu Y, Li X, Zhang H, Xia Y, Jia Y, Fang P, Tang M, Zhang S. Early recurrence of atrial tachyarrhythmia during the 90-day blanking period after cryoballoon ablation in patients with atrial fibrillation: The characteristics and predictive value of early recurrence on long-term outcomes. *J Electrocardiol*. 2020 Jan-Feb;58:46-50. doi: 10.1016/j.jelectrocard.2019.11.004. Epub 2019 Nov 5. PMID: 31715375.
- 175- Liu X, Gao X, Chen L, Shen L, Liu M, Xu Y. Clinical impact of posterior wall isolation in catheter ablation for persistent atrial fibrillation: A systematic review and meta-analysis. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2022 Oct;45(10):1268-1276. doi: 10.1111/pace.14591. Epub 2022 Sep 20. PMID: 36073753.
- 176- Liu XH, Gao XF, Jin CL, Chen CF, Chen B, Xu YZ. Cryoballoon versus radiofrequency ablation for persistent atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis. *Kardiol Pol*. 2020 Jan 24;78(1):20-29. doi: 10.33963/KP.15048. Epub 2019 Nov 5. PMID: 31688837.
- 177- Lyan E, Yalin K, Abdin A, Sawan N, Liosis S, Lange SA, Eitel I, Heeger CH, Meyer-Saraei R, Eitel C, Tilz RR. Mechanism, underlying substrate and predictors of atrial tachycardia following atrial fibrillation ablation using the second-generation cryoballoon. *J Cardiol*. 2019 Jun;73(6):497-506. doi: 10.1016/j.jjcc.2019.02.006. Epub 2019 Mar 13. PMID: 30878353.
- 178- MacCarthy PM, Cox JL, Kruse J, Elenbaas C, Andrei AC. One hundred percent utilization of a modified Cryo Maze III procedure for atrial fibrillation with mitral surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2024 Apr;167(4):1278-1289.e3. doi : 10.1016/j.jtcvs.2022.08.028. Epub 2022 Sep 5. PMID: 36184316.
- 179- Maccioni S, Sharma R, Lee DD, Haltner A, Khanna R, Vijgen J. Comparative Safety of Pulsed Field Ablation and Cryoballoon Ablation Technologies for Pulmonary Vein Isolation in Patients with Paroxysmal Atrial Fibrillation: A Critical Literature Review and Indirect Treatment Comparison. *Adv Ther*. 2024 Mar;41(3):932-944. doi: 10.1007/s12325-023-02765-x. Epub 2024 Jan 8. PMID: 38185778; PMCID: PMC10879347.
- 180- Maier J, Blessberger H, Nahler A, Hrnčić D, Fellner A, Reiter C et al. Cardiac computed tomography-derived left atrial volume index as a predictor of long-term success of cryo-ablation in patients with atrial fibrillation. *Am J Cardiol* 2021; 140 :69-77.
- 181- Maille B, Das M, Hussein A, Shaw M, Chaturvedi V, Williams E et al. Reverse electrical and structural remodeling of the left atrium occurs early after pulmonary vein isolation for persistent atrial fibrillation. *J Interv Card Electrophysiol* 2020;58:9-19.
- 182- Maj R, Borio G, Straker E, et al. Phrenic nerve palsy during right-sided pulmonary veins cryoapplications: new insights from pulmonary vein anatomy addressed by computed tomography. *J Interv Card Electrophysiol* 2021;60:85-92.
- 183- Mansour M, Karst E, Heist EK, et al. The impact of first procedure success rate on the economics of atrial fibrillation ablation. *JACC Clin Electrophysiol* 2017; 3:129-138.
- 184- Mao YJ, Ai LJ, Cai YH, Huang QY, Yu FL, Chen JX, Huang PF, Wang H. Indirect Comparison of Cryoablation and Radiofrequency Ablation as Initial Therapy for Symptomatic Paroxysmal Atrial Fibrillation: A Systematic Review and Network Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Cardiology*. 2023;148(2):138-149. doi: 10.1159/000528758. Epub 2023 Jan 3. PMID: 36596284.

- 185- Mao YJ, Feng WY, Huang QY, Yu FL, Chen JX, Wang H. Meta-analysis of cryoballoon ablation versus antiarrhythmic drugs as initial therapy for symptomatic atrial fibrillation. *Clin Cardiol.* 2021 Oct;44(10):1393-1401. doi: 10.1002/clc.23695. Epub 2021 Jul 29. PMID: 34327708; PMCID: PMC8495081,
- 186- Mark DB, Anstrom KJ, Sheng S, et al. Effect of catheter ablation vs medical therapy on quality of life among patients with atrial fibrillation: the CABANA randomized clinical trial. *JAMA.* 2019;321:1275-1285.
- 187- Marrouche NF, Brachmann J, Andresen D, et al. Catheter Ablation for Atrial Fibrillation with Heart Failure. *N Engl J Med* 2018;378:417-27.
- 188- Marrouche NF, Wazni O, McGann C, et al. Effect of MRI-Guided Fibrosis Ablation vs Conventional Catheter Ablation on Atrial Arrhythmia Recurrence in Patients With Persistent Atrial Fibrillation: The DECAAF II Randomized Clinical Trial. *JAMA* 2022;327:2296-305.
- 189- Matsumoto Y, Kaneshiro T, Hijioka N, et al. Predicting factors of transmural thermal injury after cryoballoon pulmonary vein isolation. *J Interv Card Electrophysiol* 2019;54:101-8.
- 190- Matsumoto Y, Muraoka Y, Funama Y, et al. Analysis of the anatomical features of pulmonary veins on pre-procedural cardiac CT images resulting in incomplete cryoballoon ablation for atrial fibrillation. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2019;13:118-27.
- 191- Maurhofer J, Kueffer T, Madaffari A, Stettler R, Stefanova A, Seiler J, Thalmann G, Kozhuharov N, Galuszka O, Servatius H, Haeberlin A, Noti F, Tanner H, Roten L, Reichlin T. Pulsed-field vs. cryoballoon vs. radiofrequency ablation: a propensity score matched comparison of one-year outcomes after pulmonary vein isolation in patients with paroxysmal atrial fibrillation. *J Interv Card Electrophysiol* 2024; 67:389-397.
- 192- Meretsky CR, Patel VK, Mahmoodi A, Schiuma AT. Cryoablation Utilizing the KODEX-EPD Mapping System Versus Conventional Cryoballoon Ablation in the Management of Patients With Atrial Fibrillation: A Literature Review and Meta-Analysis. *Cureus.* 2024 Apr 30; 16(4):e59407. doi: 10.7759/cureus.59407. PMID: 38826596; PMCID: PMC11140424.
- 193- Mililis P, Kariki O, Saplaouras A, Bazoukis G, Dragasis S, Patsiotis IG, Batsouli A, Vlachos K, Letsas KP, Efremidis M. Radiofrequency versus cryoballoon catheter ablation in patients with persistent atrial fibrillation: A randomized trial. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2023 Jul;34(7):1523-1528. doi: 10.1111/jce.15965. Epub 2023 Jun 9. PMID: 37293822.
- 194- Minami K, Kazawa M, Kakuta T, Fukushima S, Fujita T, Kabata D, Ohnishi Y. Early Atrial Tachyarrhythmia Recurrence Predicts Late Atrial Tachyarrhythmia Recurrence After the Cryo Maze Procedure - An Observational Study. *Circ J.* 2022 Dec 23;87(1):76-83. doi: 10.1253/circj.CJ-22-0232. Epub 2022 Aug 11. PMID: 35965068.
- 195- Miyamoto K, Doi A, Hasegawa K, Morita Y, Mishima T, Suzuki I et al. Multicenter study of the validity of additional freeze cycles for cryoballoon ablation in patients with paroxysmal atrial fibrillation. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2019;12: e006989.
- 196- Miyamoto K, Kanaoka K, Ohta Y, Yoh M, Takahashi H, Tonegawa-Kuji R, Miyazaki Y, Shimamoto K, Wakamiya A, Ueda N, Nakajima K, Kamakura T, Wada M, Ishibashi K, Inoue Y, Nagase S, Aiba T, Narai A, Nakase T, Koga M, Fukuda T, Kataoka N, Takagi M, Kusano K. A multicenter prospective randomized study comparing the incidence of periprocedural cerebral embolisms caused by catheter ablation of atrial fibrillation between cryoballoon and radiofrequency ablation (Embo-Abl study): Study design. *Clin Cardiol.* 2023 Feb;46(2):214-222. doi: 10.1002/clc.23949. Epub 2022 Nov 22. PMID: 36413635; PMCID: PMC9933100.
- 197- Mojica J, Lipartiti F, Al Housari M, Bala G, Kazawa S, Miraglia V, Monaco C, Overeinder I, Strazdas A, Ramak R, Paparella G, Sieira J, Capulzini L, Sorgente A, Stroker E, Brugada P, De Asmundis C, Chierchia GB. Procedural Safety and Efficacy for Pulmonary Vein Isolation with the Novel Polarx™ Cryoablation System: A Propensity Score Matched Comparison with the Arctic Front™ Cryoballoon in the Setting of Paroxysmal Atrial Fibrillation. *J Atr Fibrillation.* 2021 Jun 30;14(1):20200455. doi: 10.4022/jafib.20200455. PMID: 34950358; PMCID: PMC8691321.

- 198- Mol D, Boersma AM, Berger WR, Khan M, de Ruiter GS, Kimman GP, de Groot JR, de Jong JSSG. Intermediate-term outcome of cryoballoon ablation of persistent atrial fibrillation and improvements in quality of life of patients. *PLoS One*. 2022 Jan 21;17(1):e0261841. doi: 10.1371/journal.pone.0261841. PMID: 35061716; PMCID: PMC8782404.
- 199- Morillo CA, Verma A, Connolly SJ, et al.: Radiofrequency ablation vs antiarrhythmic drugs as first-line treatment of paroxysmal atrial fibrillation (RAAFT-2): a randomized trial. *JAMA*. 2014, 311:692-700. 10.1001/jama.2014.467.
- 200- Mörtzell D, Arbelo E, Dagres N, et al. Cryoballoon vs radiofrequency ablation for atrial fibrillation: a study of outcome and safety based on the ESC-EHRA atrial fibrillation ablation long-term registry and the Swedish catheter ablation registry. *Europace*. 2019;21(4):581-9. <https://doi.org/10.1093/europace/euy239>.
- 201- Mortzell D, Jansson V, Malmberg H, Lonnnerholm S, Blomstrom-Lundqvist C. Clinical outcome of the 2nd generation cryoballoon for pulmonary vein isolation in patients with persistent atrial fibrillation - A sub-study of the randomized trial evaluating single versus dual cryoballoon applications. *Int J Cardiol*. 2019;278:120-125.
- 202- Moser F, Rottner L, Moser J, Schleberger R, Lemoine M, Münkler P, Dinshaw L, Kirchhof P, Reissmann B, Ouyang F, Rillig A, Metzner A. The established and the challenger: A direct comparison of current cryoballoon technologies for pulmonary vein isolation. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2022 Jan;33(1):48-54. doi: 10.1111/jce.15288. Epub 2021 Nov 18. PMID: 34766404.
- 203- Moss JWE, Todd D, Grodzicki L, Palazzolo B, Mattock R, Mealing S, Souter M, Brown B, Bromilow T, Lewis D, McCready J, Tayebjee M, Shepherd E, Sasikaran T, Coyle C, Ismyrloglou E, Johnson NA, Kanagaratnam P. An Economic Evaluation of a Streamlined Day-Case Atrial Fibrillation Ablation Protocol and Conventional Cryoballoon Ablation versus Antiarrhythmic Drugs in a UK Paroxysmal Atrial Fibrillation Population. *Pharmacoecon Open*. 2024 May;8(3):417-429. doi: 10.1007/s41669-023-00471-6. Epub 2024 Jan 20. PMID: 38244143; PMCID: PMC11058164.
- 204- Mugnai G, Paparella G, Overeinder I, Ströker E, Sieira J, Bisignani A et al. Long- term clinical outcomes after single freeze cryoballoon ablation for paroxysmal atrial fibrillation: a 5-year follow-up. *J. Interv Card Electrophysiol*. 2021; 61:87-93.
- 205- Mulder BA, Al-Jazairi MIH, Arends BKO, et al. Pulmonary vein anatomy addressed by computed tomography and relation to success of second-generation cryoballoon ablation in paroxysmal atrial fibrillation. *Clin Cardiol* 2019;42:438-43.
- 206- Müller J, Nentwich K, Berkovitz A, Ene E, Sonne K, Chakarov I, Barth S, Waechter C, Lüsebrink U, Behnes M, Akin I, Deneke T. Efficacy and safety of high-power short duration atrial fibrillation ablation in elderly patients. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2022 Jul;33(7):1425-1434. doi: 10.1111.
- 207- Musikantow DR, Neuzil P, Petru J, Koruth JS, Kralovec S, Miller MA, Funasako M, Chovanec M, Turagam MK, Whang W, Sediva L, Dukkupati SR, Reddy VY. Pulsed Field Ablation to Treat Atrial Fibrillation: Autonomic Nervous System Effects. *JACC Clin Electrophysiol*. 2023 Apr;9(4):481-493. doi: 10.1016/j.jacep.2022.10.028. Epub 2022 Nov 30. PMID: 36752473./jce.15504. Epub 2022 May 6. PMID: 35441414.
- 208- Natale A, Mohanty S, Goldstein L, Gomez T, Hunter TD. Real-world safety of catheter ablation for atrial fibrillation with contact force or cryoballoon ablation. *J Interv Card Electrophysiol*. 2021;60(3):445-52. <https://doi.org/10.1007/s10840-020-00734-w>.
- 209- National Institute for Health and Care Excellence. NICE Guideline 2021. Atrial fibrillation: diagnosis and management. NG196. Recommendations j Atrial fibrillation: diagnosis and management j Guidance j NICE. www.nice.org.uk/guidance/ng196/chapter/Recommendations#left-atrial-ablation.
- 210- Ngo L, Lee XW, Elwashahy M, Arumugam P, Yang IA, Denman R, Haqqani H, Ranasinghe I. Freedom from atrial arrhythmia and other clinical outcomes at 5 years and beyond after catheter ablation of atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J Qual Care Clin Outcomes*. 2023 Aug 7;9(5):447-458. doi: 10.1093/ehjqcco/qcad037. PMID: 37336617; PMCID: PMC10658515.

- 211- Nitta Y, Nishimura M, Shibahara H, Yamane T. A meta-analysis and cost-minimization analysis of cryoballoon ablation versus radiofrequency ablation for paroxysmal atrial fibrillation. *J Arrhythm.* 2024 Jun 9;40(4):802-814. doi: 10.1002/joa3.13055. PMID: 39139901; PMCID: PMC11317739.
- 212- Noujaim C, El Hajjar AH, Younes H, et al. : PO-03-120 ablation scar formation is superior with the KodexEPD mapping system in persistent atrial fibrillation patients. *Hear Rhythm.* 2023, 468:10. 10.1016/j.hrthm.2023.03.1020.
- 213- Oral H, Pappone C, Chugh A, et al. Circumferential pulmonary-vein ablation for chronic atrial fibrillation. *N Engl J Med* 2006;354:934-41.
- 214- Overeinder, I.; Osório, T.G.; Călburean, P.-A.; Bisignani, A.; Bala, G.; Sieira, J.; Ströker, E.; Al Houssari, M.; Mojica, J.; Boveda, S.; et al. Comparison Between Superior Vena Cava Ablation in Addition to Pulmonary Vein Isolation and Standard Pulmonary Vein Isolation in Patients with Paroxysmal Atrial Fibrillation with the Cryoballoon Technique. *J. Interv. Card. Electrophysiol.* 2021, 62, 579–586. [CrossRef].
- 215- Packer DL, Kowal RC, Wheelan KR, et al. Cryoballoon ablation of pulmonary veins for paroxysmal atrial fibrillation: first results of the North American Arctic Front (STOP AF) pivotal trial. *J Am Coll Cardiol* 2013;61:1713-23.
- 216- Packer DL, Mark DB, Robb RA, et al. Effect of Catheter Ablation vs Antiarrhythmic Drug Therapy on Mortality, Stroke, Bleeding, and Cardiac Arrest Among Patients With Atrial Fibrillation: The CABANA Randomized Clinical Trial. *JAMA* 2019;321:1261-74.
- 217- Pak HN, Park JW, Yang SY, Kim TH, Uhm JS, Joung B, Lee MH, Yu HT. Cryoballoon Versus High-Power, Short-Duration Radiofrequency Ablation for Pulmonary Vein Isolation in Patients With Paroxysmal Atrial Fibrillation: A Single-Center, Prospective, Randomized Study. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2021 Sep;14(9):e010040. doi: 10.1161/CIRCEP.121.010040. Epub 2021 Sep 1. PMID: 34465132.
- 218- 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; 48:2340-7.
- 219- Pappone C, Oreto G, Lamberti F, et al. Catheter ablation of paroxysmal atrial fibrillation using a 3D mapping system. *Circulation* 1999;100:1203-8.
- 220- Parameswaran R, Al-Kaisey AM, Kalman JM. Catheter ablation for atrial fibrillation : current indications and evolving technologies. *Nat Rev Cardiol* 2021;18:210-25.
- 221- Park H, Park JW, Kim D, et al. Comparison of pulmonary vein isolation using cryoballoon, high-power short-duration, and conventional radiofrequency ablation for atrial fibrillation: a propensity score-weighted study. *Front Cardiovasc Med.* 2023;10:1238363.
- 222- Parkash R, Wells GA, Rouleau J, Talajic M, Essebag V, Skanes A, Wilton SB, Verma A, Healey JS, Sterns L, Bennett M, Roux JF, Rivard L, Leong-Sit P, Jensen-Urstad M, Jolly U, Philippon F, Sapp JL, Tang ASL. Randomized ablation-based rhythm-control versus rate-control trial in patients with heart failure and atrial fibrillation: results from the RAFT-AF trial. *Circulation* 2022;145:1693-1704.
- 223- Patel N, Patel K, Shenoy A, Baker WL, Makaryus AN, El-Sherif N. Cryoballoon ablation for the treatment of atrial fibrillation: a meta-analysis. *Curr Cardiol Rev.* 2019; 15: 230-238.
- 224- Pavlovic N, Chierchia GB, Velagic V, Hermida JS, Healey S, Arena G, Badenco N, Meyer C, Chen J, Iacopino S, Anselme F, Dekker L, Scazzuso F, Packer DL, de Asmundis C, Pitschner HF, Piazza FD, Kaplon RE, Kuniss M; Cryo-FIRST Investigators. Initial rhythm control with cryoballoon ablation vs drug therapy: Impact on quality of life and symptoms. *Am Heart J.* 2021 Dec; 242:103-114. doi: 10.1016/j.ahj.2021.08.007. Epub 2021 Sep 8. PMID: 34508694.
- 225- Providencia R, Ali H, Creta A, Barra S, Kanagaratnam P, Schilling RJ, Farkowski M, Cappato R. Catheter ablation for atrial fibrillation and impact on clinical outcomes. *Eur Heart J Open.* 2024 Jul 15;4(4):oeae058. doi: 10.1093/ehjopen/oeae058. PMID: 39143978; PMCID: PMC11322836.

- 226- Qian PC, Azpiri JR, Assad J, Gonzales Aceves EN, Cardona Ibarra CE, de la Pena C, et al. Noninvasive stereotactic radioablation for the treatment of atrial fibrillation: first-in-man experience. *Arrhythm* 2020;36:67-74.
- 227- Rattka M, Mavrikakis E, Vlachopoulou D, Rudolph I, Kohn C, Bohnen J, Yahsaly L, Siebermair J, Wakili R, Jungen C. Pulsed field ablation and cryoballoon ablation for pulmonary vein isolation : insights on efficacy, safety and cardiac function. *J Interv Card Electrophysiol* 2024; doi: 10.1007/s10840-024-01748-4.
- 228- Ravi V, Poudyal A, Pulipati P, Larsen T, Krishnan K, Trohman RG, Sharma PS, Huang HD. A systematic review and meta-analysis comparing second-generation cryoballoon and contact force radiofrequency ablation for initial ablation of paroxysmal and persistent atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2020 Oct;31(10):2559-2571. doi: 10.1111/jce.14676. Epub 2020 Jul 23. PMID: 32671920.
- 229- Reddy VY, Anic A, Koruth J, et al. Pulsed field ablation in patients with persistent atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol* 2020;76:1068-80.
- 230- Reddy VY, Anter E, Rackauskas G, et al. Latticetip focal ablation catheter that toggles between radiofrequency and pulsed field energy to treat atrial fibrillation: a first-in-human trial. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2020;13:e008718.
- 231- Reddy VY, Dukkipati SR, Neuzil P, Anic A, Petru J, Funasako M, et al. Pulsed field ablation of paroxysmal atrial fibrillation: 1-year outcomes of impulse, PEFCAT, and PEFCAT II. *JACC Clin Electrophysiol*. 2021; 7(5):614-27.
- 232- Reddy VY, Gerstenfeld EP, Natale A, et al.: Pulsed field or conventional thermal ablation for paroxysmal atrial fibrillation. *N Engl J Med*. 2023, 389:1660-71. 10.1056/NEJMoa2307291.
- 233- Reddy VY, Grimaldi M, De Potter T, et al. Pulmonary Vein Isolation With Very High Power, Short Duration, Temperature-Controlled Lesions: The QDOT-FAST Trial. *JACC Clin Electrophysiol* 2019;5:778-86.
- 234- Reddy VY, Lehmann JW, Gerstenfeld EP, Mugglin AS, Schneider CW, Achyutha AB, Mansour M. A randomized controlled trial of pulsed field ablation versus standard-of-care ablation for paroxysmal atrial fibrillation: The ADVENT trial rationale and design. *Heart Rhythm* 2023 Mar 8;4(5):317-328. doi: 10.1016/j.hrroo.2023.03.001. PMID: 37323994; PMCID: PMC10264259.
- 235- Reddy VY, Mansour M, Calkins H, d'Avila A, Chinitz L, Woods C, Gupta SK, Kim J, Eldadah ZA, Pickett RA, Winterfield J, Su WW, Waks JW, Schneider CW, Richards E, Albrecht EM, Sutton BS, Gerstenfeld EP; ADVENT Investigators. Pulsed Field vs Conventional Thermal Ablation for Paroxysmal Atrial Fibrillation: Recurrent Atrial Arrhythmia Burden. *J Am Coll Cardiol*. 2024 Jul 2;84(1):61-74. doi: 10.1016/j.jacc.2024.05.001. Epub 2024 May 18. PMID: 38864538.
- 236- Reddy VY, Neuzil P, Koruth JS, Petru J, Funosako M, Cochet H, et al. Pulsed field ablation for pulmonary vein isolation in atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol*. 2019;74(3):315-26.
- 237- Rivano M, Cancanelli L, Brunoro R, Fasano Celentano CN, Di Spazio L, Mengato D, Messori A. Radiofrequency Ablation, Cryotherapy Ablation, or Pulsed-Field Ablation to Treat Paroxysmal Atrial Fibrillation Unresponsive to Pharmacological Treatments: Interpreting Efficacy Through Reconstruction of Individual Patient Data From Randomized Trials. *Cureus*. 2024 Jul 22;16(7):e65113. doi: 10.7759/cureus.65113. PMID: 39040611; PMCID: PMC11262592.
- 238- Romero J, Di Biase L, Mohanty S, Trivedi C, Patel K, Parides M et al. Long-term outcomes of left atrial appendage electrical isolation in patients with nonparoxysmal atrial fibrillation: a propensity score-matched analysis. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2020; 13:e008390.
- 239- Rottner L, Moser F, Weimann J, et al.: Accuracy and acute efficacy of the novel injection-based occlusion algorithm in cryoballoon pulmonary vein isolation guided by dielectric imaging. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2022, 15:e010174. 10.1161/CIRCEP.121.010174.

- 240- Rottner L, Obergassel J, Borof K, et al.: A novel saline-based occlusion tool allows for dye-less cryoballoonbased pulmonary vein isolation and fluoroscopy reduction. *Front Cardiovasc Med.* 2023, 10:10.3389/fcvm.2023.1156500.
- 241- Rudolph I, Mastella G, Bernlochner I, Steger A, von Olshausen G, Hahn F, Wakili R, Laugwitz KL, Martens E, Rattka M. Efficacy and safety of pulsed field ablation compared to cryoballoon ablation in the treatment of atrial fibrillation: a meta-analysis. *Eur Heart J Open.* 2024 May 29;4(3):oeae044. doi : 10.1093/ehjopen/oeae044. PMID: 38933428; PMCID: PMC11200106.
- 242- Ruwald MH, Johannessen A, Hansen ML, Haugdal M, Worck R, Hansen J. Pulsed field ablation in real-world atrial fibrillation patients: clinical recurrence, operator learning curve and re-do procedural findings. *J Interv Card Electrophysiol* 2023;66:1837-48.
- 243- Samuel M, Khairy P, Champagne J, Deyell MW, Macle L, Leong-Sit P, Novak P, Badra-Verdu M, Sapp J, Tardif JC, Andrade JG. Association of Atrial Fibrillation Burden With Health-Related Quality of Life After Atrial Fibrillation Ablation: Substudy of the Cryoballoon vs Contact-Force Atrial Fibrillation Ablation (CIRCA-DOSE) Randomized Clinical Trial. *JAMA Cardiol.* 2021 Nov 1;6(11):1324-1328. doi: 10.1001/jamacardio.2021.3063. PMID: 34406350; PMCID: PMC8374730.
- 244- Samuel, M., Van Der Stoel, M., & Blaauw, Y. (2023). Cryoballoon versus radiofrequency catheter ablation for atrial fibrillation: insights from the Netherlands Heart Registration (2013-2021). *European Heart Journal*, 44(Supplement_2), ehad655-371.
- 245- Sangrigoli R, Harding J, Venkataraman G, Tomaiko-Clark E, Bai R, Su W. Randomized prospective evaluation of same-day discharge after cryoballoon ablation of atrial fibrillation: results of the EASY PVI study. *J Interv Card Electrophysiol.* 2023 Oct;66(7):1601-1607. doi: 10.1007/s10840-022-01465-w. Epub 2023 Jan 6. PMID: 36604354; PMCID: PMC9816011.
- 246- Sawhney V, Schilling RJ, Providencia R, Cadd M, Perera D, Chatha S et al. Cryoablation for persistent and longstanding persistent atrial fibrillation: results from a multicentre European registry. *Europace* 2020; 22:375-381.
- 247- Schaack D, Schmidt B, Tohoku S, Bordignon S, Urbanek L, Ebrahimi R, et al. Pulsed field ablation for atrial fibrillation. *Arrhythm Electrophysiol Rev.* 2023;12: e11.
- 248- Schillaci V, Stabile G, Arestia A, et al.: Fluoroscopy and contrast media use in cryoballoon ablation of atrial fibrillation using a novel imaging system. *Heart Vessels.* 2022, 37:115-20. 10.1007/s00380-021-01902-2.
- 249- Schilling R, Bollmann A. Is cryoballoon ablation in community hospitals the future for atrial fibrillation treatment? *Europace* 2021; doi:10.1093/europace/euab166.
- 250- Schipper J, Steven D, Lückner J, Wörmann J, van den Bruck J, Filipovic K, Dittrich S, Scheurlen C, Erhöfer S, Pavel F, Sultan A. Comparison of pulsed field ablation and cryoballoon ablation for pulmonary vein isolation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2023;34: 2019-2026.
- 251- Schlögl S, Schlögl KS, Haarmann H, Bengel P, Bergau L, Rasenack E et al. Remote magnetic navigation versus manual catheter ablation of atrial fibrillation : a single center long-term comparison. *Pacing Clin Electrophysiol* 2022; 45 :14-22.
- 252- Schmidt B, Bordignon S, Neven K, Reichlin T, Blaauw Y, Hansen J et al. EUropean real-world outcomes with Pulsed field ablation in patients with symptomatic atrial fibrillation: lessons from the multi-centre EU-PORIA registry. *Europace* 2023;25:euad185.
- 253- Schmidt, Bordignon S, Tohoku S, Chen S, Bologna F, Urbanek L et al. 5S study: safe and simple single shot pulmonary vein isolation with pulsed field ablation using sedation. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2022;15:e010817.

- 254- Sciarra L, Iacopino S, Arena G, et al. Safety and efficacy of Cryoballoon ablation of atrial fibrillation in relation to the patients' age: results from a large real-world multicenter observational project. *Cardiol Res Pract.* 2021; 2021:9996047. doi:10.1155/2021/9996047.
- 255- Serban T, Mannhart D, Abid QU, Höchli A, Lazar S, Krisai P, Bettelini AS, Knecht S, Kühne M, Sticherling C, du Fay de Lavallaz J, Badertscher P. Durability of pulmonary vein isolation for atrial fibrillation : a meta-analysis and systematic review. *Europace.* 2023 Nov 2;25(11):eua335. doi : 10.1093/europace/eua335. PMID: 37944133; PMCID: PMC10664405.
- 256- Sgarito G, Cascino A, Ferrara G, Conti S. Micro-Costing Analysis for the Treatment of Atrial Fibrillation: An Economic Evaluation of the First Italian Experience of Same-Day Discharge Protocol for Cryoballoon Atrial Fibrillation Ablation. *J Clin Med.* 2024 May 11;13(10):2836. doi: 10.3390/jcm13102836. PMID: 38792377; PMCID: PMC11122004.
- 257- Shi LB, Rossvoll O, Tande P, Schuster P, Solheim E, Chen J. Cryoballoon vs. radiofrequency catheter ablation: insights from NORwegian randomized study of PERSistent Atrial Fibrillation (NO-PERSAF study). *Europace.* 2022 Feb 2;24(2):226-233. doi: 10.1093/europace/euab281. PMID: 35134151; PMCID: PMC8824490.
- 258- Simon J, El Mahdiui M, Smit JM, Száraz L, Rosendael AR, Herczeg S et al. Left atrial ap- pendage size is a marker of atrial fibrillation recurrence after radiofrequency catheter ablation in patients with persistent atrial fibrillation. *Clin Cardiol* 2022; 45:273-281.
- 259- Simu, G.; Deneke, T.; Ene, E.; Nentwich, K.; Berkovitz, A.; Sonne, K.; Halbfass, P.; Arvaniti, E.; Waechter, C.; Müller, J. Empirical Superior Vena Cava Isolation in Patients Undergoing Repeat Catheter Ablation Procedure after Recurrence of Atrial Fibrillation. *J. Interv. Card. Electrophysiol.* 2022, 65, 551-558. [CrossRef].
- 260- Šinkovec MŽ, Jan MŽ, Antoli ě B, Klemen L, Pernat A. Long-term outcomes af- ter catheter ablation of atrial fibrillation : single centre experience. *Slov. Med. J* 2021; 90:21-37.
- 261- Sohns C, Fox H, Marrouche NF, Crijns HJGM, Costard-Jaeckle A, Bergau L, Hindricks G, Dagres N, Sossalla S, Schramm R, Fink T, El Hamriti M, Moersdorf M, Sciacca V, Konietzschke F, Rudolph V, Gummert J, Tijssen JGP, Sommer P; CASTLE HTx Investigators. Catheter ablation in end-stage heart failure with atrial fibrillation. *N Engl J Med* 2023;389:1380-1389.
- 262- Song W, Lv T, Zhang N, Li G, Tse G, Liu T. Long-term efficacy and safety of cryoballoon ablation of atrial fibrillation: A systematic review and meta-analysis. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2024 Jan;47(1):49-57. doi: 10.1111/pace.14881. Epub 2023 Nov 21. PMID: 37988273.
- 263- Sørensen SK, Johannessen A, Worck R, Hansen ML, Hansen J. Radiofrequency Versus Cryoballoon Catheter Ablation for Paroxysmal Atrial Fibrillation: Durability of Pulmonary Vein Isolation and Effect on Atrial Fibrillation Burden: The RACE-AF Randomized Controlled Trial. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2021 May;14(5):e009573. doi: 10.1161/CIRCEP.120.009573. Epub 2021 Apr 9. PMID: 33835823; PMCID: PMC8136462.
- 264- Steinberg C, Champagne J, Deyell MW, Dubuc M, Leong-Sit P, Calkins H, Sterns L, Badra-Verdu M, Sapp J, Macle L, Khairy P, Andrade JG; CIRCA-DOSE Study Investigators. Prevalence and outcome of early recurrence of atrial tachyarrhythmias in the Cryoballoon vs Irrigated Radiofrequency Catheter Ablation (CIRCA-DOSE) study. *Heart Rhythm.* 2021 Sep;18(9):1463-1470. doi: 10.1016/j.hrthm.2021.06.1172. Epub 2021 Jun 12. PMID: 34126269.
- 265- Straube F, Pongratz J, Kosmalla A, et al. Cryoballoon ablation strategy in persistent atrial fibrillation. *Front Cardiovasc Med.* 2021; 8:758408. doi:10.3389/fcvm.2021.758408.
- 266- Stromnes LA, Ree H, Gjesdal K, Ariansen I. Sex differences in quality of life in patients with atrial fibrillation: a systematic review. *J Am Heart Assoc.* 2019;8:e010992.
- 267- Su WW, Reddy VY, Bhasin K, Champagne J, Sangrigoli RM, Braegelman KM, Kueffer FJ, Novak P, Gupta SK, Yamane T, Calkins H; STOP Persistent AF Investigators. Cryoballoon ablation of pulmonary veins

- for persistent atrial fibrillation: Results from the multicenter STOP Persistent AF trial. *Heart Rhythm*. 2020 Nov;17(11):1841-1847. doi: 10.1016/j.hrthm.2020.06.020. Epub 2020 Jun 24. PMID: 32590151.
- 268- Sugumar H, Nanayakkara S, Chieng D, Wong GR, Parameswaran R, Anderson RD et al. Arrhythmia recurrence is more common in females undergoing multiple catheter ablation procedures for persistent atrial fibrillation: time to close the gender gap. *Heart Rhythm* 2020; 17:692-698.
- 269- Takahashi S, Sueda T. Development of the Maze procedure and the contribution of Japanese surgeons. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. 2017 Mar;65(3):144-152. doi: 10.1007/s11748-016-0728-y. Epub 2016 Nov 16. PMID: 27854045.
- 270- Tanaka N, Tanaka K, Ninomiya Y, Hirao Y, Oka T, Okada M, Inoue H, Nakamaru R, Takayasu K, Kitagaki R, Koyama Y, Okamura A, Iwakura K, Sakata Y, Fujii K, Inoue K. Comparison of the Safety and Efficacy of Automated Annotation-Guided Radiofrequency Ablation and 2nd-Generation Cryoballoon Ablation in Paroxysmal Atrial Fibrillation. *Circ J* 2019;83:548-555.
- 271- Terasawa M, Chierchia Gian-Battista, Takarada K, et al. Anatomic predictors of late right inferior pulmonary vein reconnection in the setting of second-generation cryoballoon ablation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2019;30:2294-301.
- 272- Terricabras M, Mantovan R, Jiang CY, et al. Association between quality of life and procedural outcome after catheter ablation for atrial fibrillation: a secondary analysis of a randomized clinical trial. *JAMA Netw Open*. 2020;3:e2025473.
- 273- Teumer Y, Miesbichler C, Katov L, Mayer B, Rottbauer W, Bothner C, Weinmann K. Comparison between a Novel Radiofrequency-Balloon and a Standard Cryo-Balloon in Pulmonary Vein Isolation: A Propensity-Score-Matched Analysis. *J Clin Med*. 2024 Feb 8;13(4):963. doi: 10.3390/jcm13040963. PMID: 38398276; PMCID: PMC10889331.
- 274- Theis C, Kaiser B, Kaesemann P, Hui F, Pirozzolo G, Bekeredjian R, Huber C. Pulmonary vein isolation using cryoballoon ablation versus RF ablation using ablation index following the CLOSE protocol: A prospective randomized trial. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2022 May;33(5):866-873. doi: 10.1111/jce.15383. Epub 2022 Mar 14. PMID: 35066944.
- 275- Tilz RR, Meyer-Saraei R, Eitel C, Fink T, Sciacca V, Lopez LD, Kirstein B, Schlüter M, Vogler J, Kuck KH, Heeger CH. Novel Cryoballoon Ablation System for Single Shot Pulmonary Vein Isolation - The Prospective ICE-AGE-X Study. *Circ J*. 2021 Jul 21;85(8):1296-1304. doi: 10.1253/circj.CJ-21-0094. Epub 2021 Apr 13. PMID: 33854004.
- 276- Tohoku S, Schmidt B, Schaack D, et al. Impact of pulsed-field ablation on intrinsic cardiac autonomic nervous system after pulmonary vein isolation. *JACC Clin Electrophysiol*. 2023;9:1864-1875.
- 277- Tokuda M, Yamashita S, Matsuo S, Kato M, Sato H, Oseto H, Okajima E, Ikewaki H, Yokoyama M, Isogai R, Tokutake K, Yokoyama K, Narui R, Tanigawa SI, Yoshimura M, Yamane T. Clinical significance of early recurrence of atrial fibrillation after cryoballoon vs. radiofrequency ablation-A propensity score matched analysis. *PLoS One* 2019 ;14:e0219269.
- 278- Tomlinson DR, Mandrola J. Pulsed Field Ablation for Persistent Atrial Fibrillation (PersAFOne): Hope or Hype? *J Am Coll Cardiol*. 2020 Sep 1;76(9):1081-1083. doi: 10.1016/j.jacc.2020.07.032. PMID: 32854843.
- 279- Trippoli S, Di Spazio L, Chiumente M, Messori A. Medical Therapy, Radiofrequency Ablation, or Cryoballoon Ablation as First-Line Treatment for Paroxysmal Atrial Fibrillation: Interpreting Efficacy Through the Shiny Method. *Cureus*. 2022 Feb 27;14(2):e22645. doi: 10.7759/cureus.22645. PMID: 35237496; PMCID: PMC8882246.
- 280- Tsiachris D, Doundoulakis I, Antoniou CK, Pagkalidou E, Zafeiropoulos S, Kordalis A, Gatzoulis KA, Chierchia GB, de Asmundis C, Tsioufis K, Stefanadis C. Effectiveness and safety of a time to isolation strategy of cryoballoon ablation of atrial fibrillation: A systematic review and meta-analysis. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2022 Dec;33(12):2640-2648. doi: 10.1111/jce.15697. Epub 2022 Oct 8. PMID: 36177697.

- 281- Turagam MK, Neuzil P, Petru J, Funasako M, Koruth JS, Reinders D et al. PV isolation using a spherical array PFA catheter: application repetition and lesion durability (PULSE-EU study). *JACC Clin Electro-physiol* 2023;9:638-48.
- 282- Turagam MK, Neuzil P, Schmidt B, Reichlin T, Neven K, Metzner A et al. Safety and effectiveness of pulsed field ablation to treat atrial fibrillation: one-year outcomes from the MANIFEST-PF registry. *Circulation* 2023;148:35-46.
- 283- Tzeis S, Gerstenfeld EP, Kalman J, Saad EB, Sepehri Shamloo A, Andrade JG, Barbhaiya CR, Baykaner T, Boveda S, Calkins H, Chan NY, Chen M, Chen SA, Dagres N, Damiano RJ, De Potter T, Deisenhofer I, Derval N, Di Biase L, Duytschaever M, Dyrda K, Hindricks G, Hocini M, Kim YH, la Meir M, Merino JL, Michaud GF, Natale A, Nault I, Nava S, Nitta T, O'Neill M, Pak HN, Piccini JP, Pürerfellner H, Reichlin T, Saenz LC, Sanders P, Schilling R, Schmidt B, Supple GE, Thomas KL, Tondo C, Verma A, Wan EY, Steven D, Agbayani MJ, Jared Bunch T, Chugh A, Díaz JC, Freeman JV, Hardy CA, Heidebuchel H, Johar S, Linz D, Maesen B, Noseworthy PA, Oh S, Porta-Sanchez A, Potpara T, Rodriguez-Diez G, Sacher F, Suwalaki P, Trines SA. 2024 European Heart Rhythm Association/Heart Rhythm Society/Asia Pacific Heart Rhythm Society/Latin American Heart Rhythm Society expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation. *Europace*. 2024 Mar 30;26(4):euae043. doi: 10.1093/europace/euae043. Corrected and republished in: *Heart Rhythm*. 2024 Sep;21(9):e31-e149. doi: 10.1016/j.hrthm.2024.03.017. PMID: 38587017; PMCID: PMC11000153.
- 284- Urbanek L, Bordignon S, Schaack D, Chen S, Tohoku S, Efe TH, et al. Pulsed field versus cryoballoon pulmonary vein isolation for atrial fibrillation: efficacy, safety, and long-term follow-up in a 400-patient cohort. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2023;16(7):389-98.
- 285- Vaishnav AS, Alderwish E, Coleman KM, et al. Anatomic predictors of recurrence after cryoablation for atrial fibrillation: a computed tomography based composite score. *J Interv Card Electrophysiol* 2021;61: 293-302.
- 286- Vaishnav AS, Levine E, Coleman KM, Beldner SJ, Chinitz JS, Bhasin K, Bernstein NE, Skipitaris NT, Mountantonakis SE. Early recurrence of atrial fibrillation after pulmonary vein isolation: a comparative analysis between cryogenic and contact force radiofrequency ablation. *J Interv Card Electrophysiol*. 2020 Jan;57(1):67-75. doi: 10.1007/s10840-019-00639-3. Epub 2019 Oct 25. PMID: 31650458.
- 287- Vallès E, Benito B, Jiménez J, Cabrera S, Alcalde O, Altaba C, et al. Double factor single shot to diminish complications in cryoballoon ablation procedures for atrial fibrillation. *J Interv Card Electrophysiol*. (2019) 55(1):17-26. doi: 10.1007/s10840- 018-0483-3.
- 288- van de Kar MRD, Slingerland SR, van Steenberghe GJ, Brouwer T, Schulz DN, van Veghel D, Dekker L. Pulsed field versus cryoballoon ablation for atrial fibrillation: a real-world observational study on procedural outcomes and efficacy. *Neth Heart J*. 2024 Apr;32(4):167-172. doi: 10.1007/s12471-023-01850-8. Epub 2024 Jan 30. PMID: 38291296; PMCID: PMC10951164.Abstract.
- 289- Vandenberk B, Lauwers L, Robyns T, Garweg C, Willems R, Ector J, Haemers P. Quality of life outcomes in cryoablation of atrial fibrillation-A literature review. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2021 Oct;44(10):1756-1768. doi: 10.1111/pace.14341. Epub 2021 Aug 25. PMID: 34406664.
- 290- Varzaly JA, Lau DH, Chapman D, Edwards J, Worthington M, Sanders P. Hybrid ablation for atrial fibrillation: A systematic review and meta-analysis. *JTCVS Open*. 2021 Jul 16;7:141-154. doi: 10.1016/j.xjon.2021.07.005. PMID: 36003726; PMCID: PMC9390199.
- 291- Verma A, Boersma L, Haines DE, Natale A, Marchlinski FE, Sanders P et al. First-in-human experience and acute procedural outcomes using a novel pulsed field ablation system: the PULSED AF pilot trial. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2022;15:e010168.
- 292- Verma A, Haines DE, Boersma LV, Sood N, Natale A, Marchlinski FE, Calkins H, Sanders P, Packer DL, Kuck KH, Hindricks G, Onal B, Cerkevnik J, Tada H, DeLurgio DB; PULSED AF Investigators. Pulsed Field Ablation for the Treatment of Atrial Fibrillation: PULSED AF Pivotal Trial. *Circulation*. 2023 May 9;147

- (19):1422-1432. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.123.063988. Epub 2023 Mar 6. PMID: 36877118; PMCID: PMC10158608.
- 293- Verma A, Jiang CY, Betts TR, et al. Approaches to catheter ablation for persistent atrial fibrillation. *N Engl J Med* 2015;372:1812-22.
 - 294- Vermeersch G, Abugattas JP, Varnavas V, De Cocker J, Schwagten B, Sieira J, de Asmundis C, Chierchia GB, De Greef Y. Efficacy and safety of the second-generation cryoballoon ablation for the treatment of persistent atrial fibrillation in elderly patients. *J Arrhythm.* 2021 Mar 26;37(3):626-634. doi: 10.1002/joa3.12531. PMID: 34141015; PMCID: PMC8207396.
 - 295- Vetta G, Della Rocca DG, Parlavecchio A, Magnocavallo M, Sorgente A, Pannone L, Del Monte A, Almorad A, Sieira J, Marcon L, Doundoulakis I, Mohanty S, Audiat C, Nakasone K, Bala G, Ströker E, Combes S, Overeinder I, Bianchi S, Palmisano P, Rossi P, Boveda S, La Meir M, Natale A, Sarkozy A, de Asmundis C, Chierchia GB. Multielectrode catheter-based pulsed electric field vs. cryoballoon for atrial fibrillation ablation: a systematic review and meta-analysis. *Europace.* 2024 Dec 3;26(12):euae293. doi : 10.1093/europace/euae293. PMID: 39579376; PMCID: PMC11641428.
 - 296- Vrachatis DA, Papathanasiou KA, Kossyvakis C, Giotaki SG, Deftereos G, Kousta MS, Iliodromitis KE, Bogossian H, Avramides D, Giannopoulos G, Lambadiari V, Siasos G, Papaioannou TG, Deftereos S. Efficacy, Safety and Feasibility of Superior Vena Cava Isolation in Patients Undergoing Atrial Fibrillation Catheter Ablation: An Up-to-Date Review. *Biomedicines.* 2023 Mar 27;11(4):1022. Doi: 10.3390/biomedicines11041022. PMID: 37189639; PMCID: PMC10136264.
 - 297- Vrachatis DA, Papathanasiou KA, Kossyvakis C, Kazantzis D, Giotaki SG, Deftereos G, Sanz-Sánchez J, Raisakis K, Kaoukis A, Avramides D, Lambadiari V, Siasos G, Giannopoulos G, Deftereos S. Early arrhythmia recurrence after cryoballoon ablation in atrial fibrillation: A systematic review and meta-analysis. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2022 Mar;33(3):527-539. doi: 10.1111/jce.15337. Epub 2022 Jan 7. PMID: 34951496.
 - 298- Wahedi R, Willems S, Feldhege J, Jularic M, Hartmann J, Anwar O, Dickow J, Harloff T, Gessler N, Gunawardene MA. Pulsed-field versus cryoballoon ablation for atrial fibrillation—impact of energy source on sedation and analgesia requirement. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2024;35:162-170.
 - 299- Wan, Yun; Zeng, Shuting; Liu, FuWei; Gao, Xin; Li, Weidong; Liu, Kaifeng; He, Jie; Ji, Jianqing; Luo, Jun. Comparison of Therapeutic Effects Between Pulsed Field Ablation and Cryoballoon Ablation in the Treatment of Atrial Fibrillation: A Systematic Review and Meta-analysis. *Cardiology in Review* ():10.1097/CRD.0000000000000808, November 14, 2024. | DOI: 10.1097/CRD.0000000000000808.
 - 300- Wang X, Song B, Qiu C, Han Z, Wang X, Lu W, et al. The effect of left atrial remodeling after cryoballoon ablation and radiofrequency ablation for paroxysmal atrial fibrillation. *Clin Cardiol.* 2021;44(1):78-84.
 - 301- Wang Y, Wang W, Yao J, Chen L, Yi S. Second-generation cryoballoon vs. contact-force sensing radiofrequency catheter ablation in atrial fibrillation: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Interv Card Electrophysiol.* 2021 Jan;60(1):9-19. doi: 10.1007/s10840-020-00893-w. Epub 2020 Oct 11. PMID: 33040244.
 - 302- Waranugraha Y, Rizal A, Yuniadi Y. A Systematic Review and Meta-Analysis of the Direct Comparison of Second-Generation Cryoballoon Ablation and Contact Force-Sensing Radiofrequency Ablation in Patients with Paroxysmal Atrial Fibrillation. *J Pers Med.* 2022 Feb 17;12(2):298. doi: 10.3390/jpm12020298. PMID: 35207786; PMCID: PMC8876986.
 - 303- Wazni OM, Dandamudi G, Sood N, Hoyt R, Tyler J, Durrani S, Niebauer M, Makati K, Halperin B, Gauri A, Morales G, Shao M, Cerkevnik J, Kaplon RE, Nissen SE; STOP AF First Trial Investigators. Cryoballoon Ablation as Initial Therapy for Atrial Fibrillation. *N Engl J Med.* 2021 Jan 28;384(4):316-324. doi:10.1056/NEJMoa2029554. Epub 2020 Nov 16. PMID: 33197158.
 - 304- Wazni O, Dandamudi G, Sood N, Hoyt R, Tyler J, Durrani S, Niebauer M, Makati K, Halperin B, Gauri A, Morales G, Shao M, Pouliot E, Kaplon RE, Nissen SE; STOP AF First Trial Investigators. Quality of life

- after the initial treatment of atrial fibrillation with cryoablation versus drug therapy. *Heart Rhythm*. 2022 Feb;19(2):197-205. doi: 10.1016/j.hrthm.2021.10.009. Epub 2021 Oct 16. PMID: 34666139.
- 305- Wazni OM, Marrouche NF, Martin DO, Verma A, Bhargava M, Saliba W. Radiofrequency ablation vs antiarrhythmic drugs as first-line treatment of symptomatic atrial fibrillation: a randomized trial. *JAMA*. 2005 Jun 1;293(21):2634-40.
 - 306- Wen S, Pislaru C, Monahan KH, Barnes SM, Hodge DO, Packer DL et al. Arrhythmia recurrence after atrial fibrillation ablation: impact of warfarin vs. non-vitamin K antagonist oral anticoagulants. *Cardiovasc Drugs Ther* 2022; 36 :891-901.
 - 307- Weinmann K, Bothner C, Rattka M, et al. Pulmonary vein isolation with the cryoballoon in obese atrial fibrillation patients—Does weight have an impact on procedural parameters and clinical outcome? *Int J Cardiol*. 2020; 316: 137-142. doi: 10.1016/j.ijcard.2020.06.001.
 - 308- Wieczorek M, Tajtaraghi S, Sassani K, Hoeltgen R. Incidence of early pulmonary vein reconnections using different energy sources for pulmonary vein isolation: Multielectrode phased radiofrequency vs second-generation cryoballoon. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2019;30:1428-1435.
 - 309- Wilber DJ, Pappone C, Neuzil P, et al. Comparison of antiarrhythmic drug therapy and radiofrequency catheter ablation in patients with paroxysmal atrial fibrillation: a randomized controlled trial. *JAMA* 2010;303:333-40.
 - 310- Wollner K, Rossvoll O, Tande P, Solheim E, Schuster P, Chen J. Cryoballoon versus radiofrequency catheter ablation: 3-year follow-up data from the prolonged Norwegian randomized study of persistent atrial fibrillation (NO-PERSAF study). *Europace*. 2024 May 24;26 (Suppl 1):euae102.093. doi: 10.1093/europace/euae102.093. PMCID: PMC11118891.
 - 311- Wormann J, Luker J, van den Bruck JH, et al. Pulmonary vein isolation for atrial fibrillation using true high-power short-duration vs. cryoballoon ablation. *Clin Res Cardiol*. 2023;112:846-852.
 - 312- Wu C, Li X, Lv Z, Chen Q, Lou Y, Mao W, Zhou X. Second-generation cryoballoon versus contact force radiofrequency ablation for atrial fibrillation: an updated meta-analysis of evidence from randomized controlled trials. *Sci Rep*. 2021 Sep 9;11(1):17907. doi: 10.1038/s41598-021-96820-8. PMID: 34504121; PMCID: PMC8429450.
 - 313- Wu G, Huang He, Cai L, Yang Y, Liu Xu, Yu Bo et al. Long-term observation of catheter ablation vs. pharmacotherapy in the management of persistent and long-standing persistent atrial fibrillation (CAPA study). *Europace* 2021; 23 : 731-739.
 - 314- Wubulikasimu S, Wang L, Yang S, et al.: Feasibility study of cryoballoon ablation for atrial fibrillation with KODEX-EPD: a single center experience. *Sci Rep*. 2023, 13:22945. 10.1038/s41598-023-49475-6.
 - 315- Xia Y, Li XF, Liu J, et al. The influence of metabolic syndrome on atrial fibrillation recurrence: five-year outcomes after a single cryoballoon ablation procedure. *J Geriatr Cardiol*. 2021; 18: 1019-1028. doi:10.11909/j.issn.1671-5411.2021.12.008.
 - 316- Xia Y, Liu J, Jia Y, Zhang H, Yu M, Li X, Fang P. Redefining the Blanking Period by a Long-Term Follow-Up after Atrial Fibrillation Ablation Using Second-Generation Cryoballoon. *Int Heart J*. 2020 Sep 29; 61(5):936-943. doi: 10.1536/ihj.20-234. Epub 2020 Sep 2. PMID: 32879265.
 - 317- Xiao, F.-Y.; Ju,W.-Z.; Chen, H.-W.; Huang,W.-J.; Chen, M.-L. A comparative study of pericardial effusion and pleural effusion after cryoballoon ablation or radiofrequency catheter ablation of atrial fibrillation. *J. Cardiovasc. Electrophysiol*. 2020, 31, 1062-1067. [CrossRef] [PubMed].
 - 318- Yap SC, Anic A, Breskovic T, Haas A, Bhagwandien RE, Jurisic Z, Szili-Torok T, Luik A. Comparison of procedural efficacy and biophysical parameters between two competing cryoballoon technologies for pulmonary vein isolation: Insights from an initial multicenter experience. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2021 Mar;32(3):580-587. doi: 10.1111/jce.14915. Epub 2021 Feb 1. PMID: 33492749; PMCID: PMC7986676.

- 319- Yavin H, Brem E, Zilberman I, et al. Circular multielectrode pulsed field ablation catheter lasso pulsed field ablation: lesion characteristics, durability, and effect on neighboring structures. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2021; 14:e009229.
- 320- Yorgun H, Canpolat U, Gümeler E, Okşul M, Şener YZ, Ateş AH, Akkaya F, Karahan S, Hazırolan T, Aytemir K. Immediate and long-term outcomes of cryoballoon catheter ablation in patients with atrial fibrillation and left common pulmonary vein anatomy. *J Interv Card Electrophysiol*. 2020 Oct;59(1):57-65. doi: 10.1007/s10840-019-00676-y. Epub 2019 Dec 6. PMID: 31811460.
- 321- Yorgun H, Canpolat U, Okşul M, Şener YZ, Ateş AH, Crijns HJGM, Aytemir K. Long-term outcomes of cryoballoon-based left atrial appendage isolation in addition to pulmonary vein isolation in persistent atrial fibrillation. *Europace*. 2019 Nov 1;21(11):1653-1662. doi: 10.1093/europace/euz232. PMID: 31504432.
- 322- Yoshiga Y, Okamoto T, Shimizu A, Ueyama T, Ono M, Mito T et al. Correlation between asymptomatic gastroesophageal excessive transmural injury after pulmonary vein isolation and a bonus freeze protocol using the second-generation 28-mm cryoballoon for paroxysmal atrial fibrillation. *J Cardio* 2019;74:494–500.
- 323- You, L. et al. Effects of different ablation strategies on long-term left atrial function in patients with paroxysmal atrial fibrillation: A single-blind randomized controlled trial. *Sci. Rep.* 9, 7695 (2019).
- 324- Zhang H, Zhang H, Lu H, Mao Y, Chen J. Meta-analysis of pulsed-field ablation versus cryoablation for atrial fibrillation. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2024 May;47(5):603-613. doi: 10.1111/pace.14971. Epub 2024 Mar 25. PMID: 38525525.
- 325- Zhang, T.; Wang, Y.; Liang, Z.; Zhao, H.; Han, Z.; Wang, Y.; Wu, Y.; Ren, X. Effect of Combined Pulmonary Vein and Superior Vena Cava Isolation on the Outcome of Second Catheter Ablation for Paroxysmal Atrial Fibrillation. *Am. J. Cardiol*. 2020, 125, 1845–1850. [CrossRef] [PubMed].
- 326- Zhou X, Dai J, Xu X, Lian M, Lou Y, Lv Z, Wang Z, Mao W. Comparative efficacy and safety of catheter ablation interventions for atrial fibrillation: comprehensive network meta-analysis of randomized controlled trials. *J Interv Card Electrophysiol*. 2021 Oct;62(1):199-211. doi: 10.1007/s10840-020-00878-9. Epub 2020 Oct 4. PMID: 33011920.
- 327- Zucchelli G, Chun KRJ, Khelae SK, Földesi C, Kueffer FJ, van Bragt KA, Scazzuso F, On YK, Al-Kandari F, Okumura K; Cryo Global Registry Investigators. Impact of first-line cryoablation for atrial fibrillation on healthcare utilization, arrhythmia disease burden and efficacy outcomes: real-world evidence from the Cryo Global Registry. *J Interv Card Electrophysiol*. 2023 Apr;66(3):711-722. doi: 10.1007/s10840-022-01388-6. Epub 2022 Nov 4. PMID : 36331681.

ANNEXES

ANNEXE A – STRATÉGIE DE RECHERCHE DOCUMENTAIRE

Recherche OVID

Database : Journals@Ovid Full Text <November 22, 2024>

# ▲	SEARCHES	RESULTS	TYPE	ACTIONS
2	(auricular fibrillation and (cryo therapy or cryoablation or cryotherapy)).mp. [mp=tx, bt, ti, ab, ct, ot, nm, hw, fx, kf, ox, px, rx, ui, sy, ux, mx]	3	Advanced	Display Results
3	limit 2 to english language [Limit not valid in Books@Ovid,Your Journals@Ovid,Journals@Ovid; records were retained]	3	Advanced	Display Results
4	limit 3 to humans [Limit not valid in Books@Ovid,Your Journals@Ovid,Journals@Ovid; records were retained]	3	Advanced	Display Results
5	4	3	Advanced	Display Results

Research Gate 12 juin 2024

Catheter ablation AND cryosurgery OR cryoballoon AND Atrial fibrillation
Search results in ResearchGate

Sort by relevance

All types

2020–2024

Literature Review

Only full-texts

Advanced search - Pubmed - NCBI

29/11/2024

PubMed Advanced Search Builder

Filters applied : Books and Documents, Clinical Trial, Meta-Analysis, Randomized Controlled Trial, Review, Systematic

Review, Humans

Résultats : 98

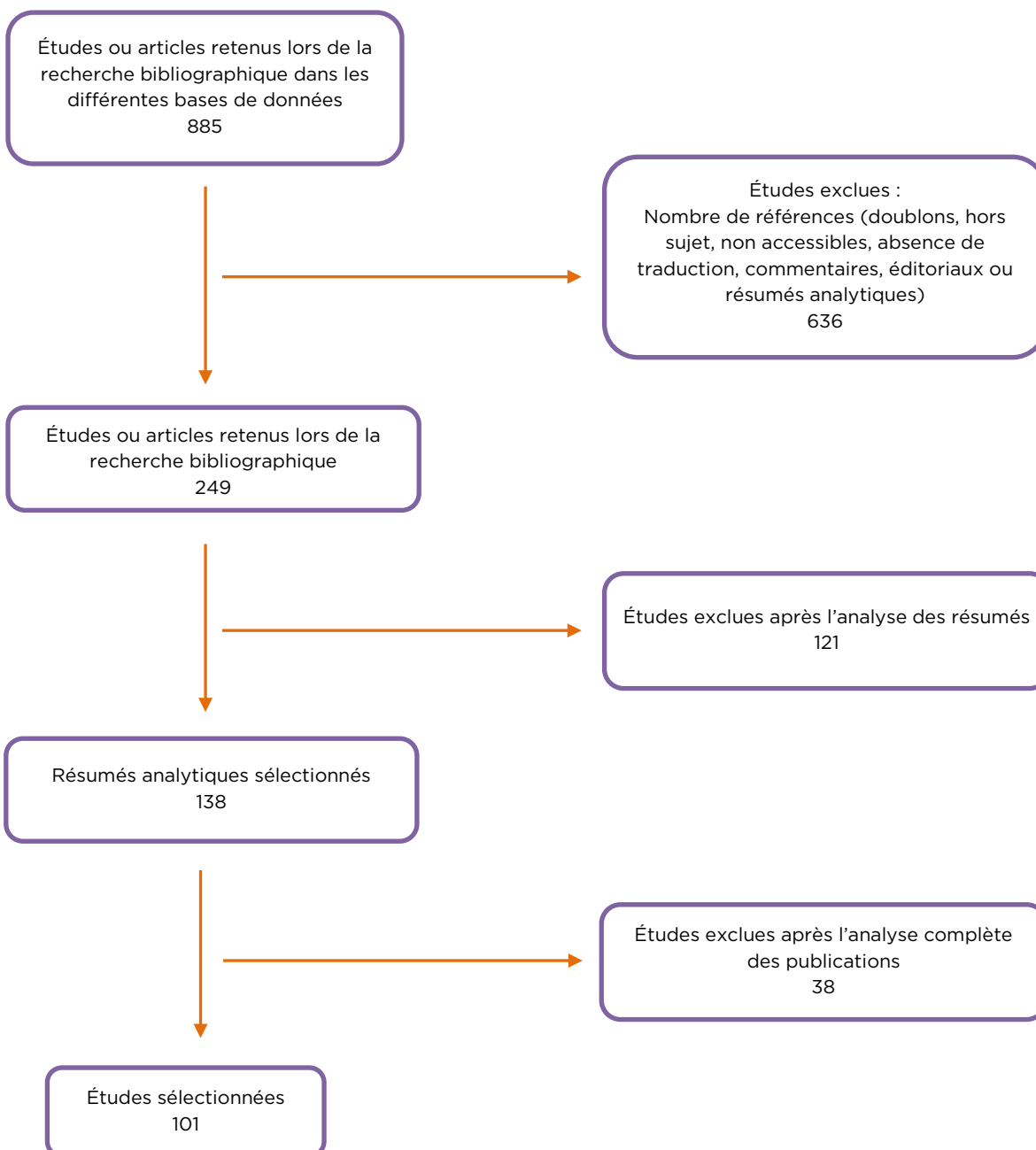
Tableau 10 – Résultats de recherche dans PubMed

SEARCH	QUERY	ITEMS FOUND	TIME
#8	Search: (auricular fibrillation) AND (cryo therapy or cryoablation or cryotherapy) AND ((y_5[Filter])) AND (clinicaltrial[Filter] OR meta-analysis[Filter] OR randomized controlled trial[Filter] OR review[Filter] OR systematicreview[Filter])) Filters: Full text, Clinical Trial, in the last 5 years	70	09:42:10
#7	Search: (((((auricular fibrillation) AND (cryo therapy or cryoablation or cryotherapy) AND (y_5[Filter])) AND (pulmonary vein isolation AND ((y_5[Filter])) AND (clinicaltrial[Filter] OR meta-analysis[Filter] OR randomizedcontrolledtrial[Filter] OR review[Filter] OR systematicreview[Filter])))) AND (y_5[Filter])) AND ((auricular fibrillation) AND (cryo therapy or cryoablation or cryotherapy) AND (y_5[Filter])) AND ((auricular fibrillation) AND (cryo therapy or cryoablation or cryotherapy) AND ((y_5[Filter])) AND (clinicaltrial[Filter] OR meta-analysis[Filter] OR randomized controlledtrial[Filter] OR review[Filter] OR systematicreview[Filter])))) Filters: in the last 5 years	98	09:39:49
#6	Search: ((auricular fibrillation) AND (cryo therapy or cryoablation or cryotherapy) AND (y_5[Filter])) AND (pulmonary vein isolation AND ((y_5[Filter])) AND (clinicaltrial[Filter] OR meta-analysis[Filter] OR randomizedcontrolledtrial[Filter] OR review[Filter] OR systematicreview[Filter])) Filters: in the last 5 years	98	09:37:13
#1	Search: pulmonary vein isolation Filters: in the last 5 years, Clinical Trial, Meta-Analysis, Randomized Controlled Trial, Review, Systematic Review	579	09:33:39
#5	Search: (auricular fibrillation) AND (cryo therapy or cryoablation or cryotherapy) Filters: in the last 5 years, Clinical Trial, Meta-Analysis, Randomized Controlled Trial, Review, Systematic Review	176	09:31:49
#4	Search: (auricular fibrillation) AND (cryo therapy or cryoablation or cryotherapy) Filters: in the last 5 years	884	09:29:09
#3	Search: (atrial fibrillation AND ((y_5[Filter])) AND (clinicaltrial[Filter] OR meta-analysis[Filter] OR randomizedcontrolledtrial[Filter] OR review[Filter] OR systematic review[Filter])) AND (radiofrequency ablation) Filters: in the last 5 years, Clinical Trial, Meta-Analysis, Randomized Controlled Trial, Review, Systematic Review	1082	09:27:41
#2	Search: (atrial fibrillation AND ((y_5[Filter])) AND (clinicaltrial[Filter] OR meta-analysis [Filter] OR randomizedcontrolledtrial[Filter] OR review[Filter] OR systematic review[Filter])) AND (catheter ablation) Filters: in the last 5 years, Clinical Trial, Meta-Analysis, Randomized Controlled Trial, Review, Systematic Review	1334	09:26:06
#1	Search: atrial fibrillation Filters : in the last 5 years, Clinical Trial, Meta-Analysis, Randomized Controlled Trial, Review, Systematic Review	7268	09:25:09

ANNEXE B – PROCESSUS DE SÉLECTION DES ÉTUDES

Une recherche systématique a été effectuée à l'aide des bases de données Cochrane Library, Embase et MEDLINE en utilisant diverses combinaisons de mots clés. Une recherche supplémentaire a été effectuée manuellement et à l'aide de bibliographies d'articles précédemment identifiés.

Période d'étude : de 2020 à décembre 2024. Langue : anglais, français.



ANNEXE C – ÉTUDES EXCLUES

G : généralités

HS : hors sujet

Inc : incluses dans d'autres études

Tableau 11 – Études exclues des sélections des banques de données Pubmed et Embase

AUTEURS	TITRES	STATUT
Abuissa 2023	Abuissa H, Roka A. How to Perform a Completely Fluoroless Ablation. J Innov Card Rhythm Manag. 2023 May 15;14(5):5455-5464. doi: 10.19102/icrm.2023.14055. PMID: 37216085; PMCID: PMC10193879.	HS
Ahn 2023	Ahn J, Shin DG, Han SJ, Lim HE. Safety and efficacy of intracardiac echocardiography-guided zero-fluoroscopic cryoballoon ablation for atrial fibrillation: a prospective randomized controlled trial. Europace. 2023 May 19;25(5):euad086. doi : 10.1093/europace/euad086. PMID: 37021403; PMCID: PMC10228535.	HS
Alrosan 2024	Alrosan, M, Daqdouq, O, Orssan, S, Alieoah, J and al. Efficacy and Safety of POLARx Cryoballoon versus High-Power Short-Duration Radiofrequency Ablation for the Treatment of Atrial Fibrillation: A Systemic Review and Meta-Analysis. JAP Academy Journal. 1. 13. (2024).	I
Andrade 2022	Andrade JG, Deyell MW, Dubuc M, Macle L. Cryoablation as a first-line therapy for atrial fibrillation: current status and future prospects. Expert Rev Med Devices. 2022 Aug;19(8):623-631. doi: 10.1080/17434440.2022.2129008. Epub 2022 Oct 3. PMID: 36168922.	G
Andrade 2020	Andrade JG, Deyell MW, Nattel S, Khairy P, Dubuc M, Champagne J, Leong-Sit P, Jolly U, Badra-Verdu M, Sapp J, Verma A, Macle L; CIRCA-DOSE Study Investigators. Prevalence and clinical impact of spontaneous and adenosine-induced pulmonary vein reconnection in the Contact-Force vs. Cryoballoon Atrial Fibrillation Ablation (CIRCA-DOSE) study. Heart Rhythm. 2020 Jun;17(6):897-904. doi: 10.1016/j.hrthm.2020.01.017. Epub 2020 Jan 21. PMID: 31978593.	HS
Andrade 2022	Andrade JG, Macle L, Bennett MT, Hawkins NM, Essebag V, Champagne J, Roux JF, Makanjee B, Tang A, Skanes A, Khaykin Y, Morillo C, Jolly U, Lockwood E, Amit G, Angaran P, Sapp J, Wardell S, Wells GA, Verma A, Deyell MW. Randomized trial of conventional versus radiofrequency needle transseptal puncture for cryoballoon ablation: the CRYO-LATS trial. J Interv Card Electrophysiol. 2022 Nov;65(2):481-489. doi: 10.1007/s10840-022-01277-y. Epub 2022 Jun 24. PMID: 35739438; PMCID: PMC9640463.	I
Andrade 2022	Andrade JG, Turgeon RD, Macle L, Deyell MW. Cryoablation or Drug Therapy for Initial Treatment of Atrial Fibrillation. Eur Cardiol. 2022 Apr 6;17:e10. doi : 10.15420/ecr.2021.38. PMID: 35432602; PMCID: PMC9006125.	I
Andrade 2024	Andrade JG. Ablation or drug therapy for initial atrial fibrillation. Ann Cardiothorac Surg. 2024 Jan 30;13(1):71-76. doi: 10.21037/acs-2023-afm-0159. Epub 2024 Jan 23. PMID: 38380140; PMCID: PMC10875209.	I
Andrade 2020	Andrade JG. Cryoablation for atrial fibrillation. Heart Rhythm O2. 2020 Apr 27;1(1):44-58. doi: 10.1016/j.hroo.2020.02.004. PMID: 34113858; PMCID: PMC8183843.	G
Anwar 2020	Anwar O, Gunawardene MA, Dickow J, Scherschel K, Jungen C, Münkler P, Eickholt C, Willems S, Gessler N, Meyer C. Contemporary analysis of phrenic nerve injuries following cryoballoon-based pulmonary vein isolation: A single-centre experience with the systematic use of compound motor action potential monitoring. PLoS One. 2020 Jun 25;15(6):e0235132. doi : 10.1371/journal.pone.0235132. PMID: 32584880; PMCID: PMC7316283.	HS

AUTEURS	TITRES	STATUT
Aryana 2021	Aryana A, Allen SL, Pujara DK, Bowers MR, O'Neill PG, Yamauchi Y, Shigeta T, Vierra EC, Okishige K, Natale A. Concomitant Pulmonary Vein and Posterior Wall Isolation Using Cryoballoon With Adjunct Radiofrequency in Persistent Atrial Fibrillation. JACC Clin Electrophysiol. 2021 Feb;7(2):187-196. doi: 10.1016/j.jacep.2020.08.016. Epub 2020 Oct 28. PMID: 33602399.	HS
Aryana 2020	Aryana A, Chierchia GB, de Asmundis C. Recurrent Atrial Fibrillation After Cryoballoon Ablation : What to Expect! Card Electrophysiol Clin. 2020 Jun;12(2):199-208. doi: 10.1016/j.ccep.2020.02.002. PMID: 32451104.	HS
Aryana 2021	Aryana A, Di Biase L, Pujara DK, et al. Long-term durability of posterior wall isolation using the cryoballoon in patients with persistent atrial fibrillation: a multicenter analysis of repeat catheter ablations. J Interv Card Electrophysiol. 2021;62:161-169.	
Aryana 2021	Aryana A, Pujara DK, Allen SL, Baker JH, Espinosa MA, Buch EF, Srivatsa U, Ellis E, Makati K, Kowalski M, Lee S, Tadros T, Baykaner T, Al-Ahmad A, d'Avila A, Di Biase L, Okishige K, Natale A. Left atrial posterior wall isolation in conjunction with pulmonary vein isolation using cryoballoon for treatment of persistent atrial fibrillation (PIVoTAL): study rationale and design. J Interv Card Electrophysiol. 2021 Oct;62(1):187-198. doi: 10.1007/s10840-020-00885-w. Epub 2020 Oct 3. PMID: 33009645; PMCID: PMC8210744.	HS
Aryana 2021	Aryana A, Su W, Kuniss M, Okishige K, de Asmundis C, Tondo C, Chierchia GB. Segmental nonocclusive cryoballoon ablation of pulmonary veins and extrapulmonary vein structures: Best practices III. Heart Rhythm. 2021 Aug;18(8):1435-1444. doi: 10.1016/j.hrthm.2021.04.020. Epub 2021 Apr 24. PMID: 33905811.	HS
Assaf 2021	Assaf A, Bhagwandien R, Szili-Torok T, Yap SC. Comparison of procedural efficacy, balloon nadir temperature, and incidence of phrenic nerve palsy between two cryoballoon technologies for pulmonary vein isolation: A systematic review and meta-analysis. J Cardiovasc Electrophysiol. 2021 Sep;32(9):2424-2431. doi: 10.1111/jce.15182. Epub 2021 Jul 26. PMID: 34289198; PMCID: PMC9292548.	Inc
Aqal 2024	Baqal O, Shafqat A, Kulthamrongsri N, Sanghavi N, Iyengar SK, Vemulapalli HS, El Masry HZ. Ablation Strategies for Persistent Atrial Fibrillation : Beyond the Pulmonary Veins. J Clin Med. 2024 Aug 25;13(17):5031. doi: 10.3390/jcm13175031. PMID:39274244; PMCID: PMC 11396655.	G
Benezet-Mazuecos 2024	Benezet-Mazuecos J, Lozano Á, Miracle Á, Crosa J. Integrated dilator-needle transeptal crossing device in atrial fibrillation cryoballoon ablation procedures. J Cardiovasc Electrophysiol. 2024 Jun;35(6):1095-1100. doi: 10.1111/jce.16256. Epub 2024 Mar 21. PMID: 38511484.	HS
Bhardwaj 2020	Bhardwaj R, Koruth JS, Reddy VY. Current Status of Esophageal Protection. Card Electrophysiol Clin. 2020 Jun;12(2):247-257. doi: 10.1016/j.ccep.2020.03.001. PMID: 32451108.	HS
Bhardwa 2020	Bhardwaj R, Neuzil P, Reddy VY, Dukkipati SR. Balloon-Based Ablation Technologies. Card Electrophysiol Clin. 2020 Jun;12(2):175-185. Doi: 10.1016/j.ccep.2020.02.008. PMID: 32451102.	HS
Bisignan 2024	Bisignani A, Schiavone M, Solimene F, Dello Russo A, Filannino P, Magnocavallo M, Tondo C, Schillaci V, Casella M, Petretta A, Rossi P, Fassini G, Rossillo A, Maggio R, Themistoclakis S, Pandozi C, Polselli M, Tundo F, Arestia A, Compagnucci P, Valente Perrone A, Malacrida M, Iacopino S, Bianchi S. National workflow experience with pulsed field ablation for atrial fibrillation: learning curve, efficiency, and safety. J Interv Card Electrophysiol. 2024 May 30. doi: 10.1007/s10840-024-01835-6. Epub ahead of print. PMID: 38814525.	G
Blockhaus 2022	Blockhaus C, Guelker JE, Feyen L, Bufe A, Seyfarth M, Shin DI. Pulsed field ablation for pulmonary vein isolation: real-world experience and characterization of the antral lesion size compared with cryoballoon ablation. J Interv Card Electrophysiol.	Inc

AUTEURS	TITRES	STATUT
	2023 Apr;66(3):567-575. doi: 10.1007/s10840-022-01359-x. Epub 2022 Aug 30. PMID: 36038739.	
Boano 2023	Boano G, Vánky F, Åström Aneq M. Effect of cryothermic and radiofrequency Cox-Maze IV ablation on atrial size and function assessed by 2D and 3D echocardiography, a randomized trial. To freeze or to burn. Clin Physiol Funct Imaging. 2023 Nov;43(6):431-440. doi: 10.1111/cpf.12841. Epub 2023 Jun 27. PMID: 37334891.	HS
Boehmer 2024	Boehmer AA, Rothe M, Ruckes C, Eckardt L, Kaess BM, Ehrlich JR. Catheter Ablation for Atrial Fibrillation in Elderly Patients: an Updated Meta-analysis of Comparative Studies. Can J Cardiol. 2024 Aug 9:S0828-282X(24)00850-X. doi : 10.1016/j.cjca.2024.08.263. Epub ahead of print. PMID: 39127258.	HS
Boersma 2020	Boersma L, Rienstra M, de Groot JR. Therapeutic options for patients with advanced atrial fibrillation: from lifestyle and medication to catheter and surgical ablation. Neth Heart J. 2020 Aug;28(Suppl 1):13-18. Doi: 10.1007/s12471-020-01447-5. PMID: 32780326; PMCID: PMC7419415.	G
Boriani 2022	Boriani G, Iacopino S, Arena G, et al. Chronic Kidney Disease with Mild and Mild to Moderate Reduction in Renal Function and Long-Term Recurrences of Atrial Fibrillation after Pulmonary Vein Cryoballoon Ablation. J Cardiovasc Dev Dis. 2022;9(5):126. doi:10.3390/jcdd9050126.	HS
Chun 2021	Chun J, Maurer T, Rillig A, Bordignon S, Iden L, Busch S, Steven D, Tilz RR, Shin DI, Estner H, Bourier F, Duncker D, Sommer P, Ewertsen NC, Jansen H, Johnson V, Bertagnolli L, Althoff T, Metzner A. Leitfaden zur sicheren und effizienten Kryoballon-Vorhofflimmerablation: Praktisches Vorgehen, Tipps und Tricks [Practical guide for safe and efficient cryoballoon ablation for atrial fibrillation: Practical procedure, tips and tricks]. Herzschr. 2021 Dec;32(4):550-562. doi: 10.1007/s00399-021-00820-0. Epub 2021 Nov 4. PMID: 34735629.	German
Cochet 2021	Cochet H, Nakatani Y, Sridi-Cheniti S, Cheniti G, Ramirez FD, Nakashima T, Eggert C, Schneider C, Viswanathan R, Derval N, Duchateau J, Pambrun T, Chauvel R, Reddy VY, Montaudon M, Laurent F, Sacher F, Hocini M, Haïssaguerre M, Jais P. PulsedField ablation selectively spares the oesophagus during pulmonary vein isolation for atrial fibrillation. Europace. 2021 Sep 8;23(9):1391-1399. doi: 10.1093/europace/euab090. PMID: 33961027; PMCID: PMC8427383.	Inc
Cordes 2021	Cordes F, Ellermann C, Dechering DG, Frommeyer G, Kochhäuser S, Lange PS, Pott C, Lenze F, Kabar I, Schmidt H, Ullerich H, Eckardt L. Pre-procedural proton pump inhibition is associated with fewer peri-oesophageal lesions after cryoballoon pulmonary vein isolation. Sci Rep. 2021 Feb 25;11(1):4728. doi: 10.1038/s41598-021-83928-0. PMID: 33633186; PMCID: PMC7907235.	HS
Costa 2024	Costa TA, Felix N, Clemente M, Teixeira L, Braga MAP, Silva LTM. Safety and efficacy of catheter ablation for atrial fibrillation in cancer survivors: a systematic review and meta-analysis. J Interv Card Electrophysiol. 2024 Jan;67(1):211-219. doi: 10.1007/s10840-023-01677-8. Epub 2023 Nov 11. PMID: 37950145.	HS
Cox 2020	Cox JL, Malaisrie SC, Churyla A, Mehta C, Kruse J, Kislitsina ON, McCarthy PM. Cryosurgery for Atrial Fibrillation: Physiologic Basis for Creating Optimal Cryolesions. Ann Thorac Surg. 2021 Aug;112(2):354-362. Doi: 10.1016/j.athoracsur.2020.08.114. Epub 2021 May 1. PMID: 33279545.	Inc
Creta 2021	Creta A, Kanthasamy V, Schilling RJ, Rosengarten J, Khan F, Honarbakhsh S, Earley MJ, Hunter RJ, Finlay M. First experience of POLARx™ versus Arctic Front Advance™: An early technology comparison. J Cardiovasc Electrophysiol. 2021 Apr;32(4):925-930. doi: 10.1111/jce.14951. Epub 2021 Mar 4. PMID: 33590568.	I
Davtyan 2021	Davtyan KV, Topchyan AH, Brutyan HA, et al. The predictive role of early recurrences of atrial arrhythmias after pulmonary vein cryoballoon ablation. Is	I

AUTEURS	TITRES	STATUT
	blanking period an outdated concept? Insights from 12-month continuous cardiac monitoring. BMC Cardiovasc Disord. 2021;21(1):483. doi:10.1186/s12872-021-02300-2.	
De Greef 2023	De Greef Y, Tijssens M, De Torres JPA, Sofianos D, Cecchini F, De Schouwer K, De Cocker J, Buysschaert I, Varnavas V, Wolf M. Electroanatomical mapping improves procedural outcomes of cryoballoon pulmonary vein isolation (the Achieve Plus study). J Interv Card Electrophysiol. 2023 Jun;66(4):923-930. doi: 10.1007/s10840-022-01384-w. Epub 2022 Oct 10. PMID: 36210397.	HS
Del Monte 2023	Del Monte A, Cespón Fernández M, Vetta G, Della Rocca DG, Pannone L, Mouram S, Sorgente A, Bala G, Ströker E, Sieira J, Almorad A, Sarkozy A, Chierchia GB, de Asmundis C. Quantitative assessment of transient autonomic modulation after single shot pulmonary vein isolation with pulsed-field ablation. J Cardiovasc Electrophysiol. 2023 Nov;34(11):2393-2397. doi:10.1111/jce.16089. Epub 2023 Oct 4. PMID: 37792572.	Inc
De Potter 2022	De Potter T, Klaver M, Babkin A, Iliodromitis K, Hocini M, Cox J, Boersma L. Ultra-Low Temperature Cryoablation for Atrial Fibrillation: Primary Outcomes for Efficacy and Safety: The Cryocure-2 Study. JACC Clin Electrophysiol. 2022 Aug;8(8):1034-1039. doi: 10.1016/j.jacep.2022.05.017. Epub 2022 Jul 27. PMID: 35907755.	HS
du Fay de Lavallaz Davtyan 2020	du Fay de Lavallaz J, Badertscher P, Kobori A, Kuck KH, Brugada J, Boveda S, Providência R, Khoeiry Z, Luik A, Squara F, Kosmidou I, Davtyan KV, Elvan A, Perez-Castellano N, Hunter RJ, Schilling R, Knecht S, Kojodjojo P, Wasserlauf J, Oral H, Matta M, Jain S, Anselmino M, Kühne M. Sex-specific efficacy and safety of cryoballoon versus radiofrequency ablation for atrial fibrillation: An individual patient data meta-analysis. Heart Rhythm. 2020 Aug;17(8):1232-1240. doi: 10.1016/j.hrthm.2020.04.020. Epub 2020 Apr 20. PMID: 32325197.	HS
Dulai 2023	Dulai R, Furniss SS, Sulke N, Freemantle N, Lambiase PD, Farwell D, Srinivasan NT, Tan S, Patel N, Graham A, Veasey RA. A randomized sham-controlled study of pulmonary vein isolation in symptomatic atrial fibrillation (The SHAM-PVI study): Study design and rationale. Clin Cardiol. 2023 Aug;46(8):973-980. doi: 10.1002/clc.24066. Epub 2023 Jun 13. PMID: 37309845; PMCID: PMC10436780.	Inc
Elbatran 2020	Elbatran AI, Gallagher MM, Li A, et al. Isolating the entire pulmonary venous component versus isolating the pulmonary veins for persistent atrial fibrillation: a propensity-matched analysis. Pacing Clin Electrophysiol. 2020;43:68-77.	HS
Ellenbogen 2024	Ellenbogen KA, Mittal S, Varma N, Aryana A, Marrouche N, Anić A, Nair D, Champagne J, Iacopino S, de Asmundis C, Weiner S, Makati K, Raybuck JD, Richards E, Su W. One-year outcomes of pulmonary vein isolation with a novel cryoballoon: Primary results of the FROZEN AF trial. J Cardiovasc Electrophysiol. 2024 Apr;35(4):832-842. doi: 10.1111/jce.16220. Epub 2024 Mar 6. PMID: 38448797.	HS
Fiala 2023	Fiala M, Cernosek M, Bulkova V, Lehar F, Funasako M, Bahník J, Rybka L, Manousek J, Toman O, Kala P. Interim analysis of a prospective randomized comparison of pulsed field ablation vs. radiofrequency ablation for longstanding persistent atrial fibrillation. Europace. 2023 May 24;25(Suppl 1):eua122.190. doi : 10.1093/europace/eua122.190. PMCID: PMC10207097.	HS
Fiala 2024	Martin Fiala Martin Fiala F Lehar M Cernosek Show all 9 authors P Kala. Findings at repeat ablation after complex left atrial pulsed field ablation for longstanding persistent atrial fibrillation May 2024 Europace 26(Supplement_1) DOI: 10.1093/europace/ea102.770 License CC BY-NC 4.0.	HS
Grosse Meininghaus 2024	Grosse Meininghaus D, Freund R, Koerber B, Kleemann T, Matthes H, Geller JC. Pulsed-field ablation does not induce esophageal and periesophageal injury-A new esophageal safety paradigm in catheter ablation of atrial fibrillation. J Cardiovasc Electrophysiol. 2024 Jan;35(1):86-93. doi: 10.1111/jce.16132. Epub 2023 Nov 17. PMID: 37975544.	Inc

AUTEURS	TITRES	STATUT
Goldenberg 2021	Goldenberg GR, Hamdan A, Barsheshet A, et al. Epicardial fat and the risk of atrial tachy- arrhythmia recurrence post pulmonary vein isolation: a computed tomography study. Int J Cardiovasc Imaging. 2021;37(9):2785-2790. doi:10.1007/s10554-02102244-w.	HS
Grieshabe 2021	Grieshaber P, Arneth B, Steinsberger F, Niemann B, Oswald I, Renz H, Böning A. Influence of Left Atrial Appendage Amputation on Natriuretic Peptides-A Randomized Controlled Trial. Thorac Cardiovasc Surg. 2021 Mar;69(2):117-123. doi: 10.1055/s-0039-1683955. Epub 2019 Mar 31. PMID: 30929250.	HS
Guckel 2022	Guckel D, Lucas P, Isgandarova K, El Hamriti M, Bergau L, Fink T, Sciacca V, Imnadze G, Braun M, Khalaph M, Nölker G, Sommer P, Sohns C. News from the Cold Chamber: Clinical Experiences of POLARx versus Arctic Front Advance for Single-Shot Pulmonary Vein Isolation. J Cardiovasc Dev Dis. 2022 Jan 8;9(1):16. doi: 10.3390/jcdd9010016. PMID: 35050226; PMCID: PMC8777824.	Inc
Guo 2024	Guo X, Li J. Risk and Protective Factors of Recurrence after Catheter Ablation for Atrial Fibrillation. Rev Cardiovasc Med. 2024 Mar 1;25(3):81. doi: 10.31083/j.rcm 2503081. PMID: 39076956; PMCID: PMC11263837.	G
Han 2020	Han J, Wang H, Wang Z, Yin Z, Zhang J, Jin Y, Han H. Comparison of Cryo Maze With Cut-and-Sew Maze Concomitant With Mitral Valve Surgery: A Randomized Noninferiority Trial. Semin Thorac Cardiovasc Surg. 2021 Autumn;33(3):680-688. doi: 10.1053/j.semtcvs.2020.11.028. Epub 2020 Nov 24. PMID: 33246094.	HS
Heeger 2023	Heeger CH, Popescu SŞ, Sohns C, Pott A, Metzner A, Inaba O, Straube F, Kuniss M, Aryana A, Miyazaki S, Cay S, Ehrlich JR, El-Battrawy I, Martinek M, Saguner AM, Tscholl V, Yalin K, Lyan E, Su W, Papiashvili G, Botros MSN, Gasperetti A, Proietti R, Wissner E, Scherr D, Kamioka M, Makimoto H, Urushida T, Aksu T, Chun JKR, Aytemir K, Jędrzejczyk-Patej E, Kuck KH, Dahme T, Steven D, Sommer P, Tilz RR. Impact of cryoballoon application abortion due to phrenic nerve injury on reconnection rates: a YETI subgroup analysis. Europace. 2023 Feb 16;25(2):374-381. doi: 10.1093/europace/euac212. Erratum in: Europace. 2024 May 2;26(5):euae123. doi : 10.1093/europace/euae123. PMID: 36414239; PMCID: PMC9935004.	HS
Houck 2020	Houck CA, de Groot NMS, Kardys I, Niehot CD, Bogers AJJC, Mouws EMJP. Outcomes of Atrial Arrhythmia Surgery in Patients With Congenital Heart Disease: A Systematic Review. J Am Heart Assoc. 2020 Oct 20;9(19):e016921. doi : 10.1161/JAHA.120.016921. Epub 2020 Sep 25. PMID: 32972303; PMCID: PMC7792370.	HS
Houmsse 2022	Houmsse M, Matto F, Sulkin MS, Tomaszewski DJ, Shulepov S, Glassner L, Augostini R, Kalbfleisch S, Daoud EG, Hummel J. Feasibility of Assessing Cryoballoon Pulmonary Vein Occlusion With Saline Injection and a Novel Mapping System. JACC Clin Electrophysiol. 2022 Jun;8(6):795-799. doi: 10.1016/j.jacep.2022.04.011. PMID: 35738857.	HS
Huang 2020	Huang Y, Wang Y, Song C. Strategies to Improve the Outcome of Cryoballoon Ablation in the Treatment of Atrial Fibrillation. Biomed Res Int. 2020 Apr 6;2020: 6720481. Doi: 10.1155/2020/6720481. PMID: 32337265; PMCID: PMC7166274.	G
Hussain	Hussain S, Sohrabi C, Providencia R, Ahsan S, Papageorgiou N. Catheter Ablation for the Management of Atrial Fibrillation: An Update of the Literature. Life (Basel). 2023 Aug 21;13(8):1784. doi: 10.3390/life13081784. PMID: 37629641; PMCID: PMC 10455869.	G
Jin 2022	Jin S, Fu L, Jiang J, Ye X, Liu H, Chen Y, Pu S, Wu S, Xue Y. Comparison of Effectiveness and Safety between High-Power Short-Duration Ablation and Conventional Ablation for Atrial Fibrillation: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Interv Cardiol. 2022 Aug 16;2022:6013474. doi: 10.1155/2022/6013474. PMID: 36072362; PMCID: PMC9398879.	HS

AUTEURS	TITRES	STATUT
Jitae 2022	Jitae A. Kim Khurum KhanRiyad Kherallah Show all 8 authorsMihail G. Chelu. Innovations in atrial fibrillation ablation April 2022Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology 66(45).	HS
Kapa 2020	Kapa S, Chung M, Gopinathannair R, Noseworthy P, Eckhardt L, Leal M, Wan E, Wang PJ. Year in Review in Cardiac Electrophysiology. Circ Arrhythm Electro-physiol. 2020 Jun;13(6):e008733. doi : 10.1161/CIRCEP.120.008733. Epub 2020 May 18. PMID: 32423252.	HS
Karim 2024	Karim MA, Huang WH. Treatment Outcomes of Catheter Ablation Versus Medical Therapy in Patients With Atrial Fibrillation: A Systematic Review. Cureus. 2024 May 15;16(5):e60340. doi : 10.7759/cureus.60340. PMID: 38883117; PMCID: PMC11177233.	G
Kataoka 2024	Kataoka S, Shoda M, Ejima K, Kato K, Yazaki K, Hasegawa S, Sakai M, Higuchi S, Yagishita D, Yamaguchi J. Hybrid ablation for persistent atrial fibrillation: a narrative review. J Thorac Dis. 2024 Feb 29;16(2):1702-1714. doi: 10.21037/jtd-23-1671. Epub 2024 Feb 23. PMID: 38505041; PMCID: PMC10944770.	HS
Kawamura 2021	Kawamura I, Neuzil P, Shivamurthy P, Kuroki K, Lam J, Musikantow D, Chu E, Turagam MK, Minami K, Funasako M, Petru J, Choudry S, Miller MA, Langan MN, Whang W, Dukkipati SR, Koruth JS, Reddy VY. How does the level of pulmonary venous isolation compare between pulsed field ablation and thermal energy ablation (radiofrequency, cryo, or laser)? Europace. 2021 Nov 8;23(11):1757-1766. doi: 10.1093/europace/euab150. PMID: 34151947; PMCID: PMC8576283.	G
Klaver 2021	Klaver MN, De Potter TJR, Iliodromitis K, Babkin A, Cabrita D, Fabbriatore D, Boersma LVA. Ultralow temperature cryoablation using near-critical nitrogen for cavotricuspid isthmus-ablation, first-in-human results. J Cardiovasc Electrophysiol. 2021 Aug;32(8):2025-2032. doi: 10.1111/jce.15142. Epub 2021 Jul 9. PMID: 34196991; PMCID: PMC8457224.	HS
Klein 2024	Klein HU, Trappe HJ, Frank G. Geschichte der chirurgischen Behandlung von Herzrhythmusstörungen in Deutschland: Chirurgische Therapie ventrikulärer Tachykardien sowie supraventrikulärer Tachykardien, insbesondere Präexzitationssyndromen (WPW) [History of surgical treatment of cardiac arrhythmias in Germany : Surgical treatment of ventricular tachycardia and supraventricular tachycardia, especially pre-excitation syndromes (WPW)]. Herzschr. 2024 Mar;35(Suppl 1):88-97. German. doi: 10.1007/s00399-024-01012-2. Epub 2024 Feb 28. PMID: 38416160; PMCID: PMC10923999.	HS
Knecht 2022	Knecht S, Sticherling C, Roten L, Badertscher P, Chollet L, Küffer T, Spies F, Madaffari A, Mühl A, Baldinger SH, Servatius H, Osswald S, Reichlin T, Kühne M. Technical and procedural comparison of two different cryoballoon ablation systems in patients with atrial fibrillation. J Interv Card Electrophysiol. 2022 Aug;64(2):409-416. doi: 10.1007/s10840-021-01035-6. Epub 2021 Jul 28. PMID: 34319493; PMCID: PMC9399022.	Inc
Kochi 2021	Kochi AN, Moltrasio M, Tundo F, Riva S, Ascione C, Dessanai MA, Pizzamiglio F, Vettor G, Cellucci S, Gasperetti A, Tondo C, Fassini G. Cryoballoon atrial fibrillation ablation: Single-center safety and efficacy data using a novel cryoballoon technology compared to a historical balloon platform. J Cardiovasc Electrophysiol. 2021 Mar;32(3):588-594. doi: 10.1111/jce.14930. Epub 2021 Feb 10. PMID: 33537996.	Inc
Koruth 2020	Koruth JS, Kuroki K, Iwasawa J, et al. Endocardial ventricular pulsed field ablation: a proof-of-concept preclinical evaluation. Europace. 2020;22:434-439.	HS
Koruth 2020	Koruth JS, Kuroki K, Kawamura I, et al. Pulsed field ablation versus radiofrequency ablation: esophageal injury in a novel porcine model. Circ Arrhythm Electrophysiol. 2020;13:e008303.	HS
Kounis 2020	Kounis NG, Koniari I, Tzanis G, Soufras GD, Velissaris D, Hahalis G. Anaphylaxis-induced atrial fibrillation and anesthesia: Pathophysiologic and therapeutic	HS

AUTEURS	TITRES	STATUT
	considerations. Ann Card Anaesth. 2020 Jan-Mar;23(1):1-6. doi: 10.4103/aca.ACA_100_19. PMID: 31929239; PMCID: PMC7034217.	
Kowlgi 2020	Kowlgi GN, Kapa S. Advances in Atrial Fibrillation Ablation: Energy Sources Here to Stay. Card Electrophysiol Clin. 2020 Jun;12(2):167-174. doi: 10.1016/j.ccep.2020.02.005. PMID: 32451101.	HS
Krisai 2022	Krisai P, Knecht S, Badertscher P, Mühl A, Osswald S, Roten L, Reichlin T, Sticherling C, Kühne M. Troponin release after pulmonary vein isolation using pulsed field ablation compared to radiofrequency and cryoballoon ablation. Heart Rhythm.2022 Sep;19(9):1471-1472. doi: 10.1016/j.hrthm.2022.05.020. Epub 2022 May 25. PMID: 35643298.	Inc
Kupusovic 2023	Kupusovic J, Kessler L, Bruns F, Bohnen JE, Nekolla SG, Weber MM, Lauenroth A, Rattka M, Hermann K, Dobrev D, Rassaf T, Wakili R, Rischpler C, Siebermair J. Visualization of fibroblast activation using ⁶⁸ Ga-FAPI PET/CT after pulmonary vein isolation with pulsed field compared with cryoballoon ablation. J Nucl Cardiol. 2023 Oct;30(5):2018-2028. doi: 10.1007/s12350-023-03220-8. Epub 2023 Mar 21. PMID: 36944827; PMCID: PMC10558367.	Inc
Lee 2019	Lee JM, Shim J, Park J, et al. The electrical isolation of the left atrial posterior wall in catheter ablation of persistent atrial fibrillation. JACC Clin Electrophysiol. 2019;5:1253-1261.	
Li 2020	Li J, Gao M, Zhang M, Liu D, Li Z, Du J, Hou Y. Treatment of atrial fibrillation: a comprehensive review and practice guide. Cardiovasc J Afr. 2020 May/Jun 23;31(3):153-158. doi: 10.5830/CVJA-2019-064. Epub 2020 Mar 18. PMID: 32186324; PMCID: PMC8762786.	G
Lindemann 2021	Lindemann F, Nedios S, Seewöster T, Hindricks G. Pulmonalvenenisolation bei Vorhofflimmern mittels "pulsed field ablation" [Pulmonary vein isolation in atrial fibrillation using pulsed field ablation]. Herz. 2021 Aug;46(4):318-322. German. doi: 10.1007/s00059-021-05047-w. Epub 2021 Jun 17. PMID: 34142178.	All
Ling 2021	Ling TY, Chen L, Su WW, Wu LQ. Cryoballoon ablation for extrapulmonary vein targets. Curr Opin Cardiol. 2021 Jan;36(1):22-25. doi: 10.1097/HCO.0000000000000802. PMID: 33027099.	G
Lupercio 2020	Lupercio F, Lin AY, Aldaas OM, Romero J, Briceno D, Hoffmayer KS, Han FT, Di Biase L, Feld GK, Hsu JC. Role of adjunctive posterior wall isolation in patients undergoing atrial fibrillation ablation: a systematic review and meta-analysis. J Interv Card Electrophysiol. 2020 Jun;58(1):77-86. doi: 10.1007/s10840-019-00634-8. Epub 2019 Oct 31. PMID: 31673901.	HS
Maan 2022	Maan A, Koruth J. Pulsed Field Ablation: a New Paradigm for Catheter Ablation of Arrhythmias. Curr Cardiol Rep. 2022 Feb;24(2):103-108. doi: 10.1007/s11886-021-01630-z. Epub 2022 Mar 2. PMID: 35235146.	G
Maier 2021	Maier J, Blessberger H, Nahler A, et al. Cardiac Computed Tomography-Derived Left Atrial Volume Index as a Predictor of Long-Term Success of Cryo-Ablation in Patients With Atrial Fibrillation. Am J Cardiol. 2021;140:69-77. doi:10.1016/j.amjcard.2020.10.061.	HS
Marcon 2024	Marcon L, Della Rocca D, Magnocavallo M, Mene' R, Pannone L, Mohanty S, Glowinski A, Sousonis V, Sorgente A, Sarkozy A, Rossi P, Boveda S, Natale A, De Asmundis C, Chierchia GB. Pulsed electric field, cryoballoon, and radiofrequency for paroxysmal atrial fibrillation ablation: a propensity score-matched comparison. Europace. 2024 May 24;26(Suppl 1):euae102.175. doi : 10.1093/europace/euae102.175. PMCID: PMC11119976.	Voir Della Rocca
Maurhofer 2024	Maurhofer J, Kueffer T, Madaffari A, Stettler R, Stefanova A, Seiler J, Thalmann G, KozhuharovN, Galuszka O, Servatius H, Haeberlin A, Noti F, Tanner H, Roten L, Reichlin T. Pulsed-field vs. cryoballoon vs. radiofrequency ablation: a propensity score matched comparison of one-year outcomes after pulmonary vein isolation in	Inc

AUTEURS	TITRES	STATUT
	patients with paroxysmal atrial fibrillation. JInterv Card Electrophysiol. 2024 Mar;67(2):389-397. doi: 10.1007/s10840-023-01651-4. Epub 2023 Sep 30. PMID: 37776355; PMCID: PMC10902096.	
Masuda 2020	Masuda M, Asai M, Iida O, Okamoto S, Ishihara T, Nanto K, Kanda T, Tsujimura T, Matsuda Y, Okuno S, Hata Y, Mano T. Additional Low-Voltage-Area Ablation in Patients With Paroxysmal Atrial Fibrillation: Results of the Randomized Controlled VOLCANO Trial. J Am Heart Assoc. 2020 Jul 7;9(13):e015927. doi : 10.1161/JAHA.120.015927. Epub 2020 Jun 24. PMID: 32578466; PMCID: PMC7670527.	HS
Messori 2021	Messori A, Bartoli L, Ferracane E, Trippoli S. Medical therapy, radiofrequency ablation or cryoballoon ablation as first-line treatment for paroxysmal atrial fibrillation: interpreting efficacy through restricted mean survival time and network meta-analysis. Rev Cardiovasc Med. 2021 Sep 24;22(3):557-561. doi: 10.31083/j.rcm.2203067. PMID: 34565059. Voir Trippoli 2022.	Études de la MA inclues
Miraglia 2022	Miraglia V, Bisignani A, Pannone L, Iacopino S, Chierchia GB, de Asmundis C. Cryoballoon ablation beyond pulmonary vein isolation in the setting of persistent atrial fibrillation. Expert Rev Med Devices. 2022 May;19(5):431-439. doi: 10.1080/17434440.2022.2096437. Epub 2022 Jul 18. PMID: 35786107.	HS
Miyamoto 2023	Miyamoto K, Kanaoka K, Ohta Y, Yoh M, Takahashi H, Tonegawa-Kuji R, Miyazaki Y, Shimamoto K, Wakamiya A, Ueda N, Nakajima K, Kamakura T, Wada M, Ishibashi K, Inoue Y, Nagase S, Aiba T, Narai A, Nakase T, Koga M, Fukuda T, Kataoka N, Takagi M, Kusano K. A multicenter prospective randomized study comparing the incidence of periprocedural cerebral embolisms caused by catheter ablation of atrial fibrillation between cryoballoon and radiofrequency ablation (Embo-Abl study): Study design. Clin Cardiol. 2023 Feb;46(2):214-222. doi: 10.1002/clc.23949. Epub 2022 Nov 22. PMID: 36413635; PMCID: PMC9933100.	HS
Mojica 2021	Mojica J, Lipartiti F, Al Housari M, et al. Chierchia GB. Procedural Safety and Efficacy for Pulmonary Vein Isolation with the Novel Polarx TM Cryoablation System: A Propensity Score Matched Comparison with the Arctic Front TM Cryoballoon in the Setting of Paroxysmal Atrial Fibrillation. J Atr Fibrillation. 2021; 14:20200455.	Assaf 2022
Molenaar 2020	Molenaar MMD, Hesselink T, Ter Bekke RMA, Scholten MF, Manusama R, Pison L, Brusse-Keizer M, Kraaier K, Ten Haken B, Grandjean JG, Timmermans CC, van Opstal JM. Shorter RSPV cryoapplications result in less phrenic nerve injury and similar 1-year freedom from atrial fibrillation. Pacing Clin Electrophysiol. 2020 Oct;43(10):1173-1179. doi: 10.1111/pace.14062. Epub 2020 Sep 17. PMID: 32901950.	HS
Moser F 2022	Moser F, Rottner L, Moser J, Schleberger R, Lemoine M, Munkler P, Dinshaw L, Kirchhof P, Reissmann B, Ouyang F, Rillig A, Metzner A. The established and the challenger: A direct comparison of current cryoballoon technologies for pulmonary vein isolation. J Cardiovasc Electrophysiol. 2022 Jan;33(1):48-54. doi: 10.1111/jce.15288. Epub 2021 Nov 18. PMID: 34766404.	Assaf 2022
Motoc 2021	Motoc A, Luchian M, Scheirlynck E, et al. Incremental value of left atrial strain to predict atrial fibrillation recurrence after cryoballoon ablation. Sciarra L, ed. PLOS ONE. 2021;16(11):e0259999. doi:10.1371/journal.pone.0259999.	HS
Musat 2020	Musat DL, Milstein NS, Bhatt A, et al. Incidence and Predictors of Very Late Recurrence of Atrial Fibrillation Following Cryoballoon Pulmonary Vein Isolation. Circ Arrhythm Electrophysiol. 2020;13(9):e008646. doi:10.1161/CIRCEP.120.008646.	HS
Musikanto 2022	Musikantow DR, Neuzil P, Petru J, Koruth JS, Kralovec S, Miller MA, Funasako M, Chovanec M, Turagam MK, Whang W, Sediva L, Dukkipati SR, Reddy VY. Pulsed Field Ablation to Treat Atrial Fibrillation : Autonomic Nervous System Effects. JACC Clin Electrophysiol. 2023 Apr;9(4):481-493. doi: 10.1016/j.jacep.2022.10.028. Epub 2022 Nov 30. PMID: 36752473.	HS
Miyazaki 2020	Miyazaki S, Hasegawa K, Mukai M, Ishikawa E, Aoyama D, Nodera M, Kaseno K, Ishida K, Uzui H, Tada H. Clinically Manifesting Air Embolisms in Cryoballoon	HS

AUTEURS	TITRES	STATUT
	Ablation: Can Novel Water Buckets Reduce the Risk? JACC Clin Electrophysiol. 2020 Sep;6(9):1067-1072. doi: 10.1016/j.jacep.2020.07.012. PMID: 32972540.	
Nam 2023	Nam SW, Yim S, Choi CI, Park I, Joung KW, Song IA. Effects of remimazolam on hemodynamic changes during cardiac ablation for atrial fibrillation under general anesthesia: a propensity-score-matched retrospective cohort study. Can J Anaesth. 2023 Sep;70(9):1495-1503. English. doi: 10.1007/s12630-023-02514-2. Epub 2023 Jul 10. PMID: 37430181.	HS
Natale 2024	Natale A, Mohanty S, Sanders P, Anter E, Shah A, Al Mohani G, Haissaguerre M., Catheter ablation for atrial fibrillation: indications and future perspective, European Heart Journal, Volume 45, Issue 41, 1 November 2024, Pages 4383-4398, https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehae618 .	Inc
Nelson 2023	Nelson DW, Dhorepatil A, Kreidieh O, Mekhael M, Noujaim C, Assaf A, Feng H, Marrouche N. Differences in postablation cardiac MRI scar between radiofrequency and cryoballoon ablation: A DECAAF II subanalysis. J Cardiovasc Electrophysiol. 2023 Apr;34(4):810-822. doi: 10.1111/jce.15879. Epub 2023 Mar 16. PMID: 36871178.	HS
Nishimura 2020	Nishimura T, Okishige K, Yamauchi Y, Shigeta T, Nakamura R, Hirao T, Sasano T, Hirao K. Clinical impact of rapid ventricular pacing on the left atrial posterior wall isolation by a cryoballoon application: a randomized controlled trial. J Interv Card Electrophysiol. 2020 Dec;59(3):565-573. doi: 10.1007/s10840-019-00641-9. Epub 2020 Jan 2. PMID: 31897933.	HS
Nogami 2021	Nogami K, Sugiyama T, Kanaji Y, et al. Association between pericoronary adipose tissue attenuation and outcome after second-generation cryoballoon ablation for atrial fibrillation. Br J Radiol. 2021;94(1128):20210361. doi:10.1259/bjr.20210361.	HS
Noujaim 2023	Noujaim C, Shan B, Kim JA, Mekhael M, Feng H, Assaf A, Younes H, Chouman N, Lim C, Ayyoub T, Huang C, Marrouche NF, Chelu MG. Comparison of Ablation Strategies for Persistent Atrial Fibrillation: A Post Hoc Analysis of the DECAAF II Study. Circ Arrhythm Electrophysiol. 2023 Oct;16(10):e011975. doi : 10.1161/CIRCEP.123.011975. Epub 2023 Sep 26. PMID: 37750322.	I
Park 2022	Park I, Jeong DS, Ahn JH, Park PW. Five-Year Outcomes of Concomitant Maze Procedure Using Nitrous Oxide vs Argon-Based Cryoablation. Ann Thorac Surg. 2022 Dec;114(6):2244-2252. doi: 10.1016/j.athoracsur.2021.11.036. Epub 2021 Dec 22. PMID: 34953787.	HS
Parlavecchio 2023	Parlavecchio A, Vetta G, Coluccia G, Pistelli L, Caminiti R, Ajello M, Magnocavallo M, Dattilo G, Foti R, Carerj S, Crea P, Chierchia GB, de Asmundis C, Della Rocca DG, Palmisano P. High power short duration versus low power long duration ablation in patients with atrial fibrillation: A meta-analysis of randomized trials. Pacing Clin Electrophysiol. 2023 Nov;46(11):1430-1439. doi: 10.1111/pace.14838. Epub 2023 Oct 9. PMID: 37812165.	HS
Patel 2021	Patel M, Chagal K, Patel N, Elzanaty A. Cryoablation versus antiarrhythmic therapy for initial treatment of atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis. Expert Rev Cardiovasc Ther. 2021 Jul;19(7):667-671. doi: 10.1080/14779072.2021.1941875. Epub 2021 Jun 19. PMID: 34110936.	I
Pei 2021	Pei Y, Xu S, Yang H, et al. Higher FT4 level within the normal range predicts the outcome of cryoballoon ablation in paroxysmal atrial fibrillation patients without structural heart disease. Ann Noninvasive Electrocardiol. 2021;26(6). Doi:10.1111/anec.12874.	HS
Perelshtein 2021	Perelshtein Brezinov O, Sevylya Z, Rahkovich M, Kakzanov Y, Yahud E, Fortis L, Kogan Y, Asher E, Lev E, Laish-Farkash A. Measurements of immature platelet fraction and inflammatory markers in atrial fibrillation patients - Does persistency or ablation affect results? Int J Lab Hematol. 2021 Aug;43(4):602-608. doi: 10.1111/ijlh.13426. Epub 2020 Dec 8. PMID: 33289968.	HS

AUTEURS	TITRES	STATUT
Pierucci 2024	Pierucci N, Mariani MV, Laviola D, Silvetti G, Cipollone P, Vernile A, Trivigno S, La Fazia VM, Piro A, Miraldi F, Vizza CD, Lavallo C. Pulsed Field Energy in Atrial Fibrillation Ablation: From Physical Principles to Clinical Applications. J Clin Med. 2024 May 18;13(10):2980. doi: 10.3390/jcm13102980. PMID: 38792520; PMCID: PMC11121906.	G
Pogosova 2022	Pogosova NV, Badtieva VA, Ovchinnikova AI, Sokolova OY, Vorobyeva NM. Efficacy of secondary prevention and rehabilitation programs with distant support in patients with atrial fibrillation after intervention procedures: impact on psychological status. Kardiologiia. 2022 Sep 30;62(9):27-36. Russian, English. doi: 10.18087/cardio.2022.9.n1951. PMID: 36206135.	HS
Poole 2020	Poole JE, Bahnson TD, Monahan KH, et al. Recurrence of atrial fibrillation after catheter ablation or antiarrhythmic drug therapy in the CABANA trial. J Am Coll Cardiol. 2020;75:3105-3118.	include
Poorsattar 2023	Poorsattar SP, Kumar N, Jelly CA, Bodmer NJ, Tang JE, Lefevre R, Essandoh MK, Dalia A, Vanneman MW, Bardia A. The Year in Electrophysiology: Selected Highlights From 2022. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2023 Jul;37(7):1255-1264. doi: 10.1053/j.jvca.2023.03.025. Epub 2023 Mar 24. PMID: 37080842.	G
Popa 2022	Popa MA, Kottmaier M, Risse E, et al. Early arrhythmia recurrence after catheter ablation for persistent atrial fibrillation: is it predictive for late recurrence? Clinical Research in Cardiology: Official Journal of the German Cardiac Society. 2022 Jan;111(1):85-95. DOI: 10.1007/s00392-021-01934-8. PMID: 34519875; PMCID: PMC8766394.	G
Ramirez 2020	Ramirez FD, Reddy VY, Viswanathan R, Hocini M, Jaïs P. Emerging Technologies for Pulmonary Vein Isolation. Circ Res. 2020 Jun 19;127(1):170-183. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.120.316402. Epub 2020 Jun 18. PMID: 32716722.	G
Reinsch 2022	Reinsch N, Fütting A, Höwel D, Neven K. „Pulsed field ablation“ : Die Ablationstechnik der Zukunft? [Pulsed field ablation : The ablation technique of the future?]. Herzschrittmacherther Elektrophysiol. 2022 Mar;33(1):12-18. German. doi: 10.1007/s00399-021-00833-9. Epub 2022 Jan 7. PMID: 34997292.	All
Rordorf 2021	Rordorf R, Scazzuso F, Chun KRJ, Khelae SK, Kueffer FJ, Braegelman KM, Okumura K, Al-Kandari F, On YK, Földesi C; Cryo AF Global Registry Investigators. Cryoballoon Ablation for the Treatment of Atrial Fibrillation in Patients With Concomitant Heart Failure and Either Reduced or Preserved Left Ventricular Ejection Fraction: Results From the Cryo AF Global Registry. J Am Heart Assoc. 2021 Dec 21;10(24):e021323. doi : 10.1161/JAHA.121.021323. Epub 2021 Dec 10. Erratum in: J Am Heart Assoc. 2023 Feb 21;12(4):e027597. doi : 10.1161/JAHA.121.027597. PMID: 34889108; PMCID: PMC9075259.	HS
Romero 2021	Romero J, Gabr M, Patel K, Briceno D, Diaz JC, Alviz I, Trivedi C, Mohanty S, Polanco D, Della Rocca DG, Lakkireddy D, Natale A, Di Biase L. Efficacy and safety of left atrial appendage electrical isolation during catheter ablation of atrial fibrillation: an updated meta-analysis. Europace. 2021 Feb 5;23(2):226-237. doi: 10.1093/europace/eaab266. PMID: 33324978.	Inc
Ronsoni 2022	Ronsoni RM, Silvestrini TL, Saffi MAL, Leiria TLL. Impact of the left common ostium following pulmonary vein isolation in AF: Systematic review and meta-analysis. J Arrhythm. 2022 Apr 5;38(3):287-298. doi: 10.1002/joa3.12710. PMID: 35785389; PMCID: PMC9237303.	HS
Rordorf 2022	Rordorf R, Iacopino S, Verlato R, et al. Role of CHA(2)DS(2)-VASc score in predicting atrial fibrillation recurrence in patients undergoing pulmonary vein isolation with cryoballoon ablation. J Interv Card Electrophysiol Int J Arrhythm Pacing. Published online November 23, 2022. doi:10.1007/s10840-022-01430-7.	HS

AUTEURS	TITRES	STATUT
Sanchez-Somonte 2022	Sanchez-Somonte P, Verma A. Globe Pulsed Field System for High-definition Mapping and Ablation for Atrial Fibrillation. Heart Int. 2022 Dec 14;16(2):85-90. doi:10.17925/HI.2022.16.2.85. PMID: 36741105; PMCID: PMC9872786.	HS
Seidl 2021	Seidl P, Steinborn F, Costello-Boerrigter L, Surber R, Schulze PC, Böttcher C, Sommermeier A, Mattea V, Simeoni R, Malur FM, Lapp H, Schade A. Pulmonary vein isolation using second-generation single-shot devices: not all the same? J Interv Card Electrophysiol. 2021 Apr;60(3):521-528. doi: 10.1007/s10840-020-00751-9. Epub 2020 May 15. PMID: 32415555.	HS
Schipper 2023	Schipper JH, Steven D, Lüker J, Wörmann J, van den Bruck JH, Filipovic K, Dittrich S, Scheurlen C, Erhöfer S, Pavel F, Sultan A. Comparison of pulsed field ablation and cryoballoon ablation for pulmonary vein isolation. J Cardiovasc Electrophysiol. 2023Oct;34(10):2019-2026. doi: 10.1111/jce.16056. Epub 2023 Sep 8. PMID: 37682001.	Inc
Sciarra 2021	Sciarra L, Iacopino S, Arena G, et al. Safety and Efficacy of Cryoballoon Ablation of Atrial Fibrillation in relation to the Patients'Age: Results from a Large Real-World Multicenter Observational Project. Cardiol Res Pract. 2021;2021:9996047. doi:10.1155/2021/9996047.	Inc
Sink 2022	Sink J, Nimmagadda K, Zhao M, Andrei AC, Gay H, Kaplan RM, Gao X, Pfenniger A, Patil KD, Arora R, Kim SS, Chicco AB, Lin AC, Passman RS, Knight BP, Verma N. Esophageal temperature management during cryoballoon ablation for atrial fibrillation. J Cardiovasc Electrophysiol. 2022 Dec;33(12):2560-2566. doi: 10.1111/jce.15724. Epub 2022 Nov 6. PMID: 36317453; PMCID: PMC10100377.	HS
Sohns 2023	Sohns C, Fox H, Marrouche NF, Crijns HJGM, Costard-Jaeckle A, Bergau L, Hindricks G, Dagres N, Sossalla S, Schramm R, Fink T, El Hamriti M, Moersdorf M, Sciacca V, Konietzschke F, Rudolph V, Gummert J, Tijssen JGP, Sommer P; CASTLE HTx Investigators. Catheter Ablation in End-Stage Heart Failure with Atrial Fibrillation. N Engl J Med. 2023 Oct 12;389(15):1380-1389. doi: 10.1056/NEJMoa2306037. Epub 2023 Aug 27. PMID: 37634135.	HS
Stabile 2020	Stabile G, Iacopino S, Verlato R, et al. Predictive role of early recurrence of atrial fibrillation after cryoballoon ablation. Eur Eur Pacing Arrhythm Card Electrophysiol J Work Groups Card Pacing Arrhythm Card Cell Electrophysiol Eur Soc Cardiol. 2020;22(12):1798-1804. doi:10.1093/europace/euaa239.	HS
Taha 2024	Taha AM, Hendi NI, Elwekel AB, Atia A, Taha NA, Shrestha AB, Elbanna M. Cryoballoon ablation for atrial fibrillation in patients with heart failure and reduced left ventricular ejection fraction: A systematic review and meta-analysis. Clin Cardiol. 2024 Jan;47(1):e24177. doi : 10.1002/clc.24177. Epub 2023 Oct 25. PMID: 37877802; PMCID: PMC10766134.	HS
Tang 2021	Tang LYW, Hawkins NM, Ho K, Tam R, Deyell MW, Macle L, Verma A, Khairy P, Sheldon R, Andrade JG; CIRCA-DOSE Study Investigators. Autonomic Alterations After Pulmonary Vein Isolation in the CIRCA-DOSE (Cryoballoon vs Irrigated Radiofrequency Catheter Ablation) Study. J Am Heart Assoc. 2021 Feb;10(5):e018610. doi : 10.1161/JAHA.120.018610. Epub 2021 Feb 26. PMID: 33634706; PMCID: PMC8174287.	I
Thomas 2021	Thomas KL, Al-Khalidi HR, Silverstein AP, Monahan KH, Bahnson TD, Poole JE, Mark DB, Packer DL; CABANA Investigators. Ablation Versus Drug Therapy for Atrial Fibrillation in Racial and Ethnic Minorities. J Am Coll Cardiol. 2021 Jul 13;78(2):126-138. doi: 10.1016/j.jacc.2021.04.092. PMID: 34238436; PMCID: PMC8354144.	HS
Tilz 2021	Tilz RR, Meyer-Saraei R, Eitel C, Fink T, Sciacca V, Lopez LD, Kirstein B, Schlüter M, Vogler J, Kuck KH, Heeger CH. Novel Cryoballoon Ablation System for Single Shot Pulmonary Vein Isolation - The Prospective ICE-AGE-X Study. Circ J. 2021 Jul 21;85(8):1296-1304. doi: 10.1253/circj.CJ-21-0094. Epub 2021 Apr 13. PMID: 33854004.	Inc

AUTEURS	TITRES	STATUT
Tohoku 2023	Tohoku S, Schmidt B, Schaack D, Bordignon S, Hirokami J, Chen S, Ebrahimi R, Efe TH, Urbanek L, Chun KRJ. Impact of Pulsed Field Ablation on Intrinsic Cardiac Autonomic Nervous System After Pulmonary Vein Isolation. JACC Clin Electrophysiol. 2023 Sep;9(9):1864-1875. doi: 10.1016/j.jacep.2023.05.035. Epub 2023 Jul 19. PMID: 37480870.	HS
Tokavanich 2024	Tokavanich N, Techasatian W, Prasitlumkum N, Cheungpasitporn W, Navaravong L, Jongarangsinsin K, Chokesuwattanasakul R. The efficacy and safety of cryoballoon atrial fibrillation ablation in patients with heart failure: A systematic review and meta-analysis. Indian Pacing Electrophysiol J. 2024 May-Jun;24(3):123-129. doi: 10.1016/j.ipecj.2024.01.001. Epub 2024 Jan 12. PMID: 38218450; PMCID: PMC11143725.	HS
Tomaiko-Clark 2022	Tomaiko-Clark E, Bai R, Khokhar M, Su WW. A tale of two balloons: technical and procedural difference between cryoballoon systems. Curr Opin Cardiol. 2022 Jan 1;37(1):62-67. doi: 10.1097/HCO.0000000000000942. Erratum in: Curr Opin Cardiol. 2022 Mar 1;37(2):191. doi: 10.1097/O1.hco.0000815460.57636.e9. PMID: 34783712; PMCID: PMC8711604.	HS
Tsaorev 2024	Tsaorev B, Sharifulin R, Afanasyev A, Khrushchev S, Murtazaliev M, Lovtsova D, Kashapov R, Ruzankin P, Mustaev M, Bogachev-Prokophiev A. Concomitant ablation for non-paroxysmal atrial fibrillation: combined energy versus cryoablation alone. Front Cardiovasc Med. 2024 Sep 18;11:1448523. doi: 10.3389/fcvm.2024.1448523. PMID: 39359644; PMCID: PMC11444986.	HS
Urbanek 2023	Urbanek L, Bordignon S, Schaack D, Chen S, Tohoku S, Efe TH, Ebrahimi R, Pansera F, Hirokami J, Plank K, Koch A, Schulte-Hahn B, Schmidt B, Chun KJ. Pulsed Field Versus Cryoballoon Pulmonary Vein Isolation for Atrial Fibrillation: Efficacy, Safety, and Long-Term Follow-Up in a 400-Patient Cohort. Circ Arrhythm Electrophysiol. 2023 Jul;16(7):389-398. doi: 10.1161/CIRCEP.123.011920. Epub 2023 May 31. PMID: 37254781.	Inc
Varzaly 2021	Varzaly JA, Lau DH, Chapman D, Edwards J, Worthington M, Sanders P. Hybrid ablation for atrial fibrillation: A systematic review and meta-analysis. JTCVS Open. 2021 Jul 16;7:141-154. doi: 10.1016/j.jxjon.2021.07.005. PMID: 36003726; PMCID: PMC9390199.	HS
Wahedi 2023	Wahedi, Rahin, Stephan Willems, Johannes Feldhege, Mario Jularic, Jens Hartmann, Omar Anwar, Jannis Dickow, Tim Harloff, Nele Gessler and Melanie A. Gunawardene. "Pulsed-field versus cryoballoon ablation for atrial fibrillation—Impact of energy source on sedation and analgesia requirement." Journal of Cardiovascular Electrophysiology 35 (2023): 162 - 170.	HS
Wang 2024	Wang Z, Liang M, Sun J, Zhang J, Han Y. A New Hope for the Treatment of Atrial Fibrillation: Application of Pulsed-Field Ablation Technology. J Cardiovasc Dev Dis. 2024 Jun 5;11(6):175. doi: 10.3390/jcdd11060175. PMID: 38921675; PMCID: PMC11204042. Experimentales.	G
Waranugraha 2024	Waranugraha Y, Hsu JC, Lin TT, Ho LT, Yu CC, Liu YB, Lin LY. Novel scoring system derived from meta-analysis and validated in cohort population for predicting 1-year atrial fibrillation recurrence after cryoballoon catheter ablation: The HeLPS-Cryo score. Pacing Clin Electrophysiol. 2024 Mar;47(3):462-473. doi: 10.1111/pace.14922. Epub 2024 Feb 24. PMID: 38400710.	HS
Weng 2021	Weng W, Choudhury R, Sapp J, Tang A, Healey JS, Nault I, Rivard L, Greiss I, Bernick J, Parkash R. The role of brain natriuretic peptide in atrial fibrillation: a substudy of the Substrate Modification with Aggressive Blood Pressure Control for Atrial Fibrillation (SMAC-AF) trial. BMC Cardiovasc Disord. 2021 Sep 16;21(1):445. doi: 10.1186/s12872-021-02254-5. PMID: 34530738; PMCID: PMC8447763.	HS
Wubulikasimu	Wubulikasimu S, Wang L, Yang S, Sang W, Han Y, Wang L, Wang F, Zhou X, Zhang J, Xing Q, Tuerhong Z, Xiaokereti J, Guo Y, Tang B, Li Y. Feasibility study of cryoballoon ablation for atrial fibrillation with KODEX-EPD: a single center	Inc

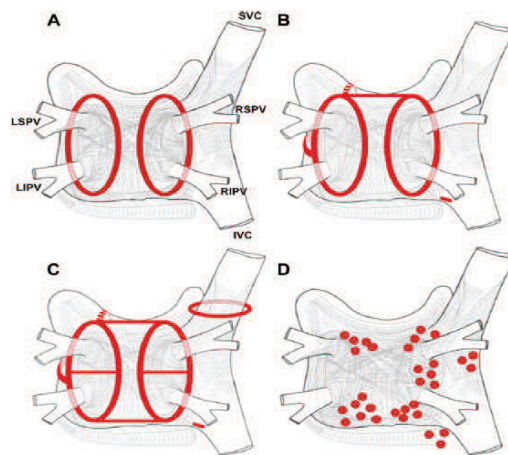
AUTEURS	TITRES	STATUT
	experience. Sci Rep. 2023 Dec 22;13(1):22945. doi: 10.1038/s41598-023-49475-6. PMID: 38135733; PMCID: PMC10746707.	
Xia 2020	Xia Y, Liu J, Jia Y, et al. Redefining the Blanking Period by a Long-Term Follow-Up after Atrial Fibrillation Ablation Using Second-Generation Cryoballoon. <i>Int Heart J</i> . 2020;61(5):936-943. doi:10.1536/ihj.20-234.	Inc
Xu 2021	Xu G, Cai J, Liu Z, Liu E, Jing X, Liu T, Zhang Q, Ye L, Li G. Clinical efficacy of "ICE-FIRE" ablation for non-paroxysmal atrial fibrillation. <i>J Interv Card Electrophysiol</i> . 2021 Mar;60(2):205-211. doi: 10.1007/s10840-020-00725-x. Epub 2020 Mar 19. PMID: 32193775.	
Yahsaly 2022	Yahsaly L, Siebermair J, Wakili R. Katheterablation: Entwicklung und Auswahl verschiedener Verfahren [Catheter ablation: Developments and technique selection]. <i>Herzschrittmacherther Elektrophysiol</i> . 2022 Mar;33(1):3-11. German. doi: 10.1007/s00399-022-00843-1. Epub 2022 Feb 18. PMID: 35182208.	All
Yang 2023	Yang H, Xiang J, Shen J, Tang B, Zhang L. Global Research Trends of Cryoablation for Atrial Fibrillation from 2002 to 2022: A Bibliometric Analysis. <i>Anatol J Cardiol</i> . 2023 Dec 1;27(12):688-696. doi: 10.14744/AnatolJCardiol.2023.3489. Epub 2023 Oct 4. PMID: 37791771; PMCID: PMC10698379.	G
Yao 2020	Yao RJR, Macle L, Deyell MW, Tang L, Hawkins NM, Sedlak T, Nault I, Verma A, Khairy P, Andrade JG; CIRCA-DOSE Study Investigators. Impact of Female Sex on Clinical Presentation and Ablation Outcomes in the CIRCA-DOSE Study. <i>JACC Clin Electrophysiol</i> . 2020 Aug;6(8):945-954. doi: 10.1016/j.jacep.2020.04.032. Epub 2020 Jul 29. PMID: 32819529.	HS
Yap 2021	Yap SC, Anic A, Breskovic T, Haas A, Bhagwandien RE, Jurisic Z, Szili-Torok T, Luik A. Comparison of procedural efficacy and biophysical parameters between two competing cryoballoon technologies for pulmonary vein isolation: Insights from an initial multicenter experience. <i>J Cardiovasc Electrophysiol</i> . 2021 Mar;32(3):580-587. doi: 10.1111/jce.14915. Epub 2021 Feb 1. PMID: 33492749; PMCID: PMC7986676.	Inc
Zhou 2020	Zhou X, Li X, Tian H, Wu Z, Liu Z, Yang H, Liu Q, Zhou S. Phrenic nerve injury during right inferior pulmonary vein ablation with the second-generation cryoballoon: A report of 2 cases and literature review. <i>Zhong Nan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban</i> . 2020 Mar 28;45(3):354-358. English, Chinese. doi : 10.11817/j.issn.1672-7347.2020.190002. PMID : 32386031.	HS

ANNEXE D – ABLATION CHIRURGICALE COX-MAZE ET CRYO-MAZE

La procédure Cox-Maze (CM)⁶⁴, est une procédure dans laquelle de multiples incisions sont créées dans les oreillettes gauche et droite pour éliminer la FA tout en permettant à l'impulsion sinusale d'atteindre le nœud auriculo-ventriculaire. Cette procédure est devenue la référence absolue pour le traitement chirurgical de la FA. Depuis 2002, la CM IV a remplacé la méthode précédente de coupe-couture (CM III) en remplaçant la plupart des incisions par une combinaison de radiofréquence bipolaire et de cryoablation. L'utilisation des technologies d'ablation a rendu la CM IV plus rapide et mieux adaptée aux approches mini-invasives.

Dans l'ablation chirurgicale, après les différentes analyses sanguines et tests⁶⁵ effectués en préopératoire, le patient subit une anesthésie générale pour une intervention de Maze complète à effraction minimale, ou une sternotomie pour une intervention de Maze dite effractive ou une ablation chirurgicale concomitante⁶⁶. Une série de lésions sont réalisées à l'aide de la chaleur (radiofréquence) ou du froid (cryochirurgie) sur les sites cardiaques prédéterminés à l'origine de l'arythmie (figure 1). La durée moyenne du séjour à l'hôpital après une ablation cardiaque chirurgicale varie de 4 à 7 jours. Le Cryo Maze est plus invasif, mais peut donner de meilleurs résultats du premier coup (taux de réussite de 75 à 80 %); cependant, les patients peuvent avoir besoin de répéter l'ablation par cathéter.

Figure 1 – Schéma des ensembles de lésions courantes utilisées dans l'ablation de la FA [37]



- A) Lésions d'ablation circonférentielles, qui sont créées autour des VP droites et gauches.
- B) Lésions d'ablation linéaires selon le tableau symptomatologique : « ligne de toit » reliant les lésions encerclant les VP gauches et/ou droites; ligne d'« isthme mitral » reliant la valve mitrale et la lésion encerclant les VP gauches à la VP inférieure gauche, et d'une lésion linéaire antérieure reliant soit la « ligne de toit », soit la lésion circonférentielle gauche ou droite à l'anneau mitral antérieurement. Une lésion linéaire est créée à l'isthme cavotricuspide.
- C) Similaire à B, mais montre également l'ajout de lésions d'ablation linéaires supplémentaires.
- D) Certains des sites les plus courants de lésions d'ablation lorsque des électrogrammes fractionnés complexes sont ciblés (adapté de Circulation, 21 Am J Cardiol, 352 et Tex Heart Inst J.353).

⁶⁴ Procédure développée par James Cox et introduite en 1987.

⁶⁵ Selon les besoins : électrocardiographie, angiographie, échocardiographie et tomodensitométrie.

⁶⁶ <https://www.ottawaheart.ca/fr/examen-intervention/ablation-cardiaque-chirurgicale>.

ANNEXE E – DONNÉES PRÉLIMINAIRES

Tableau 12 – Descriptions des différents types de fibrillation auriculaire

TYPE DE FA	DESCRIPTION
FA diagnostiquée pour la première fois	FA non diagnostiquée auparavant, quelle que soit sa durée ou la présence et la gravité des symptômes liés à la FA.
FA paroxystique	FA qui se termine spontanément ou avec une intervention dans les 7 jours suivant son apparition.
FA persistante	FA qui se maintient en continu au-delà de 7 jours, y compris les épisodes terminés par cardioversion (médicaments ou cardioversion électrique) après > 7 jours.
FA persistante de longue durée	FA continue d'une durée de > 12 mois lorsqu'il est décidé d'adopter une stratégie de contrôle du rythme.
FA permanente	FA qui est acceptée par le patient et le médecin; aucune autre tentative de restauration ou de maintien du rythme sinusal ne sera entreprise. La FA permanente représente une attitude thérapeutique du patient et du médecin plutôt qu'un attribut pathophysiologique inhérent de la FA, et le terme ne doit pas être utilisé dans le contexte d'une stratégie de contrôle du rythme avec un traitement médicamenteux antiarythmique ou une ablation de la FA. Si une stratégie de contrôle du rythme est adoptée, l'arythmie sera reclassée comme « FA persistante de longue durée ».

Tableau 13 – Résumé des principales ECR publiées avant 2020 comparant l'ablation par AC par rapport aux MAA chez les patients avec FA

AUTEURS	ÉTUDE [ANNÉE]	PROCÉDURES	TAA CONTRÔLE	NOMBRE DE PATIENTS INTERVENTION /CONTRÔLE	COHORTE	ABLATION PAR CATHÉTER	LÉSIONS	SUIVI (MOIS)	RÉSULTATS
Packer 2013 [215]	STOP AF* [2013]	ACB	Flécaïnide, propafénone, ou sotalol	163/82	78 % FAP 22 % FAP persistante	Arctic Front (Medtronic)	IVP	12	↑ survie sans récurrence (69,9 % contre 7,3 %, P < 0,001); ↑ QoL; 3,1 % de sténose VP, 1,5 % de paralysie du nerf phrénique.
Kuck 2016 [159]	FIRE AND ICE	RF	ACB	762			IVP	18	Les 2 méthodes étaient comparables en matière de sécurité. L'ACB entraînait significativement moins d'événements. Amélioration des scores de qualité de vie après l'ablation dans les 2 groupes.

AUTEURS	ÉTUDE [ANNÉE]	PROCÉDURES	TAA CONTRÔLE	NOMBRE DE PATIENTS INTERVENTION /CONTRÔLE	COHORTE	ABLATION PAR CATHÉTER	LÉSIONS	SUIVI (MOIS)	RÉSULTATS
Boveda 2018 [32]	CRYO4 PERSISTENT AF	ACB						12	Succès de 61 % en une seule intervention. Une lésion du nerf phrénique a été signalée dans 1,5 à 2 % des procédures.
Marrouche 2018 [187]	CASTLE-AF [2018]	RF	Non spécifié	179/184	FA, NYHA II-IV, FEVG < 35 %, DCI	Non spécifié	IVP ± ablation supplémentaire	38	↓ décès ou hospitalisations pour IC décompensée (28,5 % vs 44,6 %, P = 0,007).
Andrade 2019 [7]	ECR multicentrique en simple aveugle NCT01913522.	CF-RF, RF force de contact	ACB de 4 min ACB de 2 min	346 FAP CF-RF ⁶⁷ ; n = 115 ACB-4 min; n = 115; ACB-2; n = 116			IVP	12	Aucune différence d'efficacité à 1 an, qui était de 53 % selon le délai avant la première récurrence. Aucune différence au critère d'efficacité d'un an, avec une réduction de la charge supérieure à 98 %, telle qu'évaluée par la surveillance continue du rythme cardiaque.
Ding 2019 [69]	ECR	ACB-AF Dosing, n = 80 (protocole plus court basé sur le TT-IVP ou l'obtention de - 40 °C en 60)	Conventionnel	164 80/84	FAP		IVP		Le protocole de dosage Cryo-AF guidé par la température ou le TT-IVP peut être utilisé pour individualiser une stratégie d'ablation.
Hasegawa 2019 [104]	ECR	ACB-IVP ACBC (28 mm)	ACB conventionnel	60					Les ACB-IVP de deuxième génération guidée par pression étaient aussi efficaces et aussi sûres que les CB-IVP conventionnels.
Kuck 2019 [157]	Suite de l'étude FIRE AND ICE 13 centres NCT03314753	ACB	RFC	89 ACB 36 RFC 53					Lors de la réablation, les patients initialement traités avec ACB présentaient moins de PV reconnectées.

⁶⁷ Radiofréquence guidée par force de contact.

AUTEURS	ÉTUDE [ANNÉE]	PROCÉDURES	TAA CONTRÔLE	NOMBRE DE PATIENTS INTERVENTION /CONTRÔLE	COHORTE	ABLATION PAR CATHÉTER	LÉSIONS	SUIVI (MOIS)	RÉSULTATS
									Les ablations répétées ont été principalement réalisées avec RFC et ont abouti à un succès aigu. Durée d'hospitalisation et prescription de MAA similaires entre les cohortes de l'étude.
Packer 2019 [216]	CABANA [2019]	RF	Non spécifié	1108/1096	FA symptomatique, CHA2DS2-VASc ≥ 1	Non spécifiée	IVP ± ablation supplémentaire	48	= décès, AVC, saignement ou arrêt cardiaque (8 % vs 9,2 %, P = 0,3); ↓ FA récidive (P < 0,01).

* STOP AF* pivotal.

FA : fibrillation auriculaire; TAA : traitement antiarythmique; FAP : fibrillation auriculaire paroxystique; PeAF : fibrillation auriculaire persistante; IVP : isolation de la veine pulmonaire; QoL : qualité de vie; cryo : cryoablation; TTT : traitement; NYHA : New York Heart Association; FEVG : fraction d'éjection du ventricule gauche; DCI : défibrillateur cardiovertteur implantable; IC : insuffisance cardiaque; AVC : accident vasculaire cérébral.

Tableau 14 – Études décrivant l'ECR multicentrique CIRCA-DOSE

AUTEURS	OBJECTIFS	DESCRIPTION	RÉSULTATS					COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
Andrade 2019* [7]	Évaluation de différents procédés d'ablation (ARF guidée par force de contact, ACB de 4 min et cryoballon de 2 min) chez des patients atteints de FAP réfractaire aux médicaments.	ECR multicentrique en simple aveugle assigné de manière aléatoire. 346 patients atteints de FAP réfractaire aux médicaments. Ablation : • Par radiofréquence guidée par force de contact (CF-RF; n = 115) • Par cryoballon de 4 min (Cryo-4; n = 115) • Par cryoballon de 2 min (Cryo-2; n = 116) Durée du suivi : 12 mois.	Après 12 mois.					La CF-RF et les deux différents protocoles d'ACB n'ont entraîné aucune différence d'efficacité à 1 an, qui était de 53 % selon le délai avant la première récidive, mais plus de 98 % de réduction de la charge selon l'évaluation par surveillance continue du rythme cardiaque.
				Groupe CF-RF	Groupe CRYO-4	Groupe CRYO-2	P	
			Absence de TAA symptomatique	53,9 %	52,2 %	51,7 %	0,87	
			Charge de FA (Réduction médiane)	99,3 % (67,8 % - 100,0 %)	99,9 % (65,3 % - 100,0 %)	98,4 % (56,2 % - 100,0 %)	0,36	
			EIG	3 patients (2,6 %)	6 patients (5,3 %)	7 patients (6,0 %)	0,24	

AUTEURS	OBJECTIFS	DESCRIPTION	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
		Critère d'évaluation principal : délai avant la première récurrence documentée de TA symptomatique ou asymptomatique (FA, flutter atrial ou TA) entre les jours 91 et 365 après l'ablation ou une intervention d'ablation répétée à tout moment. Critères d'évaluation secondaires : absence d'arythmie symptomatique et de fardeau de la FA. Enregistreur en boucle implantable chez tous les patients.	L'absence de TAA symptomatique définie par une surveillance continue du rythme était de 53,9 %, 52,2 % et 51,7 % avec CF-RF, Cryo-4 et Cryo-2, respectivement (P = 0,87). L'absence de TAA symptomatique définie par une surveillance continue du rythme était de 79,1 %, 78,2 % et 73,3 % avec CF-RF, Cryo-4 et Cryo-2, respectivement (P = 0,26). Durée de l'intervention : elle est significativement plus longue pour le groupe CF-RF, mais présente une exposition à la fluoroscopie significativement plus courte (P < 0,001 par rapport aux groupes ACB).	
Andrade 2020* [11]	Évaluation de l'ARF guidée par force de contact par rapport à l'ACB sur la qualité de vie et l'utilisation des soins de santé (QVLS).	ECR. Étude CIRCA-DOSE. 346 patients atteints de FAP réfractaire aux médicaments. Traitement : ablation par ARF guidée par force de contact ou par ACB. Évaluation de la qualité de vie liée à la santé (QVLS) par des instruments spécifiques et génériques. Suivi : au départ, puis à 6 et 12 mois après l'ablation. Mesures : • Utilisation des soins de santé : hospitalisation, visites aux urgences et cardioversion • Utilisation de médicaments antiarythmiques	QVLS spécifique et générique à la maladie était modérément à sévèrement altérée au départ et s'est améliorée significativement à 6 et 12 mois de suivi (amélioration médiane du score AFEQT [Atrial Fibrillation Effect on Quality of Life] de 32,4 [écart interquartile : 17,7 à 48,9]). Après 12 mois, la proportion et le nombre absolu de cardioversions ont diminué significativement (41,1 % contre 10,1 % des patients, 137 contre 35 événements; P < 0,0001). Réductions significatives similaires des visites aux urgences (66,7 % contre 25,1 % des patients, 224 contre 87 événements; P < 0,0001) et des hospitalisations (25,5 % contre 14,5 % des patients, 86 contre 50 événements; P < 0,001) ont été observées. Pas de différences significatives entre les groupes randomisés.	L'AC avec des technologies de génération avancée a entraîné une amélioration significative de la QVLS et une réduction significative de l'utilisation des soins de santé dans l'année suivant l'ablation de la FA.
Cheung 2020 [46]	Évaluation de l'innocuité et de l'efficacité des technologies d'ablation de FA de génération avancée chez les patients atteints de FAP réfractaire aux médicaments [8].	ECR multicentrique CIRCA-DOSE Study. L'étude a démontré que l'isolation des VP réalisée par ACB de deuxième génération ou par CF-RF a entraîné une absence comparable de TAA, telle que mesurée par une surveillance cardiaque continue à l'aide d'un	Parmi les 346 patients randomisés dans l'essai CIRCA-DOSE, 52 patients (15 %) ont subi une nouvelle intervention d'ablation après une récurrence documentée de TAA symptomatique. Pas de différences significatives dans les caractéristiques initiales entre les participants subissant une nouvelle ablation et la cohorte restante, à l'exception d'une charge de FA initiale plus élevée (pourcentage de temps en FA) chez ceux qui ont subi une nouvelle intervention (10,1 % [0,7-22,5] contre 1,6 % [0,1-9,9], P = 0,002).	L'écart entre les études CIRCA-DOSE et FIRE AND ICE peut être lié à l'utilisation de cathéters d'ablation CF-RF, qui étaient universellement utilisés dans CIRCA-DOSE, mais utilisés chez seulement une minorité de patients dans FIRE AND ICE.

AUTEURS	OBJECTIFS	DESCRIPTION	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
		enregistreur de boucle implantable [7]. Ce rapport se concentre sur les patients qui ont subi des procédures d'ablation répétées pour TAA symptomatique, dans le but d'évaluer les reconnections aux VP. Étude FIRE AND ICE (Cryoballoon or Radiofrequency Ablation for Paroxysmal Atrial Fibrillation). 762 patients. Randomisation 1:1. Groupe ARF : principalement sans contact. Groupe ACB [157].	Après l'intervention d'ablation d'index, les patients subissant une intervention répétée avaient une qualité de vie inférieure (score du questionnaire sur l'effet de la FA sur la qualité de vie, 76,9 [58,1-93,8] contre 93,5 [82,4-99,0], $P < 0,0001$) et une réduction plus faible de la charge de FA par rapport au reste de la cohorte (76,4 % [10,2-95,0] contre 100,0 % [87,7-100,0], $P < 0,0001$). Pas de différence significative dans le taux d'procédures répétées entre les groupes CF-RF (16 patients), ACB de courte durée (CRYO-2, 18 patients) et ACB de durée standard (CRYO-4, 18 patients, $P = 0,92$). L'intervention d'ablation répétée a été réalisée en moyenne 225 jours (164,3-285,5) après l'ablation initiale. À la discrétion du médecin traitant, la CF-RF a été utilisée dans 49 procédures répétées. La durée de l'intervention répétée était significativement plus courte que l'intervention initiale (103,0 [74,0-130,0] contre 133,5 minutes [106,3-280,0], $P = 0,0003$), ce qui est resté significatif dans le sous-groupe de patients randomisés pour la CF-RF pour leur intervention initiale (101,0 [77,75-141,0] contre 162,5 minutes [126,5-188,5], $P = 0,001$). Le temps de fluoroscopie était plus court dans l'intervention répétée (4,9 [2,5-9,2] contre 16,1 minutes [6,9-26,2], $P < 0,0001$); cependant, il n'y avait pas de différence significative lorsque l'analyse était limitée aux patients ayant subi une CF-RF pour les deux procédures (5,9 [2,8-8,9] contre 6,7 minutes [4,6-12,9], $P = 0,49$). Lors de l'intervention répétée, une reconnection des VP a été notée chez 47/52 (90,4 %) patients, sans différence significative entre les groupes (14/16 [87,5 %] après CF-RF, 17/18 [94,4 %] après CRYO-4 et 16/18 [88,9 %] après CRYO-2, $P = 0,64$). Le nombre médian de VP reconnectées par patient était de 2 (1-2) après CF-RF, 2 (1-3) après CRYO-2 et 1 (1-2) après CRYO-4 ($P = 0,46$). Au total, 89/201 VP (44,3 %) ont été reconnectées. Cela comprenait 23/52 (44,2 %) VP supérieures droites, 27/52 (51,9 %) VP inférieures droites, 17/42 (40,5 %) VP supérieures gauches, 15/42 (35,7 %) VP inférieures gauches, 1/3 (33,3 %) VP moyennes droites et 6/10 (60,0 %) de VP communes gauches. Aucune différence dans le schéma de reconnection entre les groupes CF-RF et ACB.	Les cathéters à force de contact devraient permettre d'améliorer la délivrance des lésions, en particulier sur la crête latérale gauche, qui est connue pour être associée à une force de contact et à une stabilité du cathéter plus faibles [69]. Ainsi, l'analyse actuelle de l'essai CIRCA-DOSE soutient à la fois les cathéters d'ablation RF à force de contact et les cathéters d'ablation à cryoballoon de deuxième génération pour l'isolation des VP chez les patients atteints de FA paroxysmique. Néanmoins, malgré les progrès de la technologie d'ablation, la reconnection des VP reste un problème cliniquement pertinent.

AUTEURS	OBJECTIFS	DESCRIPTION	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
			Dans CIRCA-DOSE Study, il n'y a pas eu de différence significative dans la proportion de patients subissant une intervention d'ablation répétée, ni de différence dans le taux ou la régionalisation de la reconnexion des VP entre l'ablation CF-RF et l'ACB. Dans l'étude d'ablation répétée FIRE AND ICE : 15 % des patients ont subi une intervention d'ablation répétée. Chez les 81 % de patients pour lesquels des données d'ablation répétée étaient disponibles, le nombre de VP reconnectées par patient était significativement plus élevé après ablation par RF par rapport à l'ACB ($2,1 \pm 1,4$ contre $1,4 \pm 1,1$, $P = 0,010$) [157]. De plus, les auteurs ont noté une incidence plus élevée de reconnexion dans la VP supérieure gauche avec l'ablation par RF par rapport à la cryoablation (60 % contre 28 %, $P = 0,01$).	
Samuel 2021 [243]	Détermination de l'association entre l'évolution de la charge de la FA et la qualité de vie dans l'année suivant l'ablation.	Analyse secondaire d'une ECR prospective, multicentrique (8 centres canadiens), en groupe parallèle et à simple insu (étude CIRCA-DOSE). Période d'étude : septembre 2014 et juillet 2017. 346 patients âgés de plus de 18 ans atteints de FA symptomatique, principalement de faible charge, réfractaire au traitement antiarythmique. Traitement : première ablation par cathéter. Randomisation : 1:1:1. Groupe ARF guidée par force de contact. Groupe ACB de 4 minutes. Groupe ACB de 2 minutes. Tous les patients ont reçu un moniteur cardiaque implantable au moins 30 jours avant l'ablation et ont été suivis jusqu'en décembre 2018. Les données ont été analysées d'avril 2020 à juin 2021.	346 patients : 231 hommes (66,7 %). Âge médian : 60 (52-66 ans). Au total, 328 patients (94,8 %) souffraient de FAP. La charge médiane (écart interquartile) de FA avant l'ablation était de 2,0 % (0,1-11,9) et la charge de FA a diminué à 0 % 12 mois après l'ablation. À 12 mois, une amélioration d'un point du score AFEQT a été observée pour chaque réduction absolue de la charge de FA quotidienne de 15,8 minutes (IC à 95 %, 7,2-24,4; $P < 0,001$), ou pour chaque réduction de 0,63 % (IC à 95 %, 0,30-0,95; $P < 0,001$) de la charge relative de FA par rapport à la valeur initiale.	Chez les patients souffrant principalement de FAP à faible charge, la réduction de la charge de FA après l'ablation peut être associée à une amélioration cliniquement significative de la qualité de vie.

AUTEURS	OBJECTIFS	DESCRIPTION	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
		Analyse : différence absolue de la charge de FA avant l'ablation et 12 mois après l'ablation, telle qu'évaluée par le score AFEQT (Atrial Fibrillation Effect on Quality of Life). Principaux résultats et mesures : différence absolue de la qualité de vie entre le début et les 12 mois suivant l'ablation.		
Steinberg 2021 [264]	Évaluation de l'incidence et des résultats des patients présentant une de RPTAA ⁶⁸ après une IVP en utilisant des technologies d'ablation de dernière génération.	ECR multicentrique. Sous-étude prédéfinie de l'étude CIRCA-DOSE. Groupe ARF guidée par force de contact. Groupe ACB de deuxième génération. Tous les patients ont reçu un moniteur cardiaque implantable pour permettre une surveillance continue du rythme.	La RPTAA est survenue chez 61 % des 346 patients à une médiane de 12 jours (entre 1 et 90 jours) après l'ablation. La RPTAA était un prédicteur significatif de récurrence tardive (60,1 % avec ER contre 25,9 % sans ER; $P < 0,001$) et de TAA symptomatique (31,6 % avec RPTAA contre 6,7 % sans RPTAA; $P < 0,001$). Les analyses de la courbe de fonctionnement du récepteur ont révélé une forte corrélation entre le moment et la charge de la RPTAA et la récurrence tardive. L'analyse multivariée a identifié le moment de l'intervention aux urgences (rapport de risque [HR] 2,90; intervalle de confiance [IC] à 95 % 1,41-5,95; $P = 0,004$) et la charge (HR 1,05 pour 1 % de charge aux urgences; IC à 95 % 1,04-1,07; $P < 0,001$) comme de puissants prédicteurs indépendants de récurrence tardive. Le taux d'incidence, le moment, la charge et la signification pronostique de l'intervention aux urgences ne différaient pas entre les groupes d'étude.	La RPTAA reste fréquente après l'IVP, malgré l'utilisation de technologies d'ablation de dernière génération. Une récurrence précoce de FA au-delà de trois semaines après l'ablation est associée à un risque accru de récurrence tardive.

⁶⁸ RPTAA (RETA) : récurrence précoce de tachyarythmie auriculaire (early recurrence of atrial tachyarrhythmia). Elle a été définie comme toute tachyarythmie atriale récurrente dans les 90 premiers jours suivant l'ablation de la FA.

AUTEURS	OBJECTIFS	DESCRIPTION	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS																				
Andrade 2024 [9]	Évaluation de l'impact de l'énergie d'ablation sur la progression vers une TAA persistante.	346 patients atteints de FAP réfractaire aux médicaments. Traitements : • Groupe ARF guidée par force de contact : ablation CF-RF, 115 • Groupe ACB 4 min : CRYO-4, 115 • Groupe ACB de 2 min : CRYO-2, 116 • Moniteurs cardiaques implantables utilisés pour le suivi Critère d'évaluation principal : premier épisode de tachyarythmie atriale persistante. Critères d'évaluation secondaires : récurrence de la tachyarythmie atriale et charge d'arythmie sur le moniteur implantable.	À une médiane de 944,0 jours (écart interquartile [IQR] de 612,5-1104). <table> <tr> <th></th><th>Groupe CF-RF</th><th>Groupe CRYO-4</th><th>Groupe CRYO-2</th><th>P</th></tr> <tr> <td>Épisode de TAA persistante</td><td>0 patient (0,0 %)</td><td>8 patients (7,0 %)</td><td>5 patients (4,3 %)</td><td>0,03</td></tr> <tr> <td>Récidive documentée de toute TAA ≥ 30 s</td><td>56,5 %</td><td>53,9 %</td><td>62,9 %</td><td>0,65</td></tr> <tr> <td>Réduction de la charge de FA (en comparaison avec la période préablation)</td><td>99,5 % (IQR 94,0-100,0 %)</td><td>99,9 % (IQR 93,3-100,0 %)</td><td>99,1 % (IQR 87,0-100,0 %)</td><td>0,38</td></tr> </table>		Groupe CF-RF	Groupe CRYO-4	Groupe CRYO-2	P	Épisode de TAA persistante	0 patient (0,0 %)	8 patients (7,0 %)	5 patients (4,3 %)	0,03	Récidive documentée de toute TAA ≥ 30 s	56,5 %	53,9 %	62,9 %	0,65	Réduction de la charge de FA (en comparaison avec la période préablation)	99,5 % (IQR 94,0-100,0 %)	99,9 % (IQR 93,3-100,0 %)	99,1 % (IQR 87,0-100,0 %)	0,38	Les résultats obtenus lors du suivi des patients avec FAP traités par l'ARF révèlent qu'un nombre réduit de patients ont développé une FA persistante.
	Groupe CF-RF	Groupe CRYO-4	Groupe CRYO-2	P																				
Épisode de TAA persistante	0 patient (0,0 %)	8 patients (7,0 %)	5 patients (4,3 %)	0,03																				
Récidive documentée de toute TAA ≥ 30 s	56,5 %	53,9 %	62,9 %	0,65																				
Réduction de la charge de FA (en comparaison avec la période préablation)	99,5 % (IQR 94,0-100,0 %)	99,9 % (IQR 93,3-100,0 %)	99,1 % (IQR 87,0-100,0 %)	0,38																				

Tableau 15 – Résumés des études incluses

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
Ding 2019 [69]	Évaluation comparative de l'efficacité d'un protocole d'ablation guidé par la température ou par le temps jusqu'à l'isolation des veines pulmonaires (TT-IVP) à celle d'un protocole d'ablation conventionnel.	164 patients consécutifs. Groupe Cryo-AF conventionnel : n = 84 (au moins 2 applications de 180 s chacune). Groupe Cryo-AF Dosing : n = 80 (protocole plus court basé sur le TT-IVP ou l'obtention de -40 °C en 60 s).	656 veines pulmonaires (VP) traitées avec 1420 applications de cryothérapie. Nombre moyen d'applications/patient : $8,7 \pm 0,8$, sans différence entre les groupes (Cryo-AF conventionnel, $8,7 \pm 0,8$ versus Cryo-AF Dosing, $8,6 \pm 0,8$; $P = 0,359$). Le groupe Cryo-AF Dosing a nécessité significativement moins de temps total d'application de cryothérapie ($990,60 \pm 137,77$ versus $1501,58 \pm 89,60$ s; $P < 0,001$) et de temps de maintien de l'oreillette gauche ($69,91 \pm 6,91$ versus $86,48 \pm 7,03$ min; $P < 0,001$) que le groupe Cryo-AF conventionnel. Le groupe Cryo-AF Dosing a nécessité une intervention significativement moins longue ($95,03 \pm 6,50$ contre $112,43 \pm 7,11$ min; $P < 0,001$). Nous avons observé des reconnexions électriques veineuses spontanées ou induites par l'ATP aiguë dans 13 veines (1,98 %) après 20 min.	Le protocole de dosage Cryo-AF guidé par la température ou le TT-IVP peut être utilisé pour individualiser une stratégie d'ablation. Ce protocole peut conduire à une réduction significative de la durée de l'intervention, du dosage de cryoénergie. Les résultats de suivi aigu et à 1 an étaient semblables à l'approche conventionnelle.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
			Les taux de reconnexion entre les groupes Cryo-AFC conventionnel et Cryo-AF Dosing étaient similaires, dans la mesure où 2,98 et 0,94 % des veines initialement isolées ont été reconnectées, respectivement (P = 0,061). Aucune différence dans le taux de récurrence d'arythmie atriale libre après un suivi d'un an, qui était de 78,75 % dans le groupe Cryo-AF Dosing contre 78,57 % dans le groupe Cryo-AF conventionnel (P = 0,978).	
Hasegawa 2019 [104]	Comparaison de l'IVP par ACB de deuxième génération avec celle par ACB conventionnelle.	ECR. 60 patients atteints de FAP ont subi une ACB-IVP avec des CB de deuxième génération de 28 mm. Les occlusions de VP ont été évaluées soit par des formes d'onde de pression en temps réel sans utilisation de contraste (groupe guidé par la pression, soit par des injections de contraste (groupe ACB conventionnelle) assignées de manière aléatoire.	Avant la randomisation, 24 patients ont subi des ACB-IVP guidées par pression. Dans l'étude de dérivation, une occlusion veineuse a été obtenue dans 88/96 (91,7 %) des VP, parmi lesquels 86 (97,7 %) ont été isolées avec succès par l'application. Dans l'étude de validation, la température du ballon nadir et le temps de congélation total ne différaient pas significativement par VP entre les deux groupes. La valeur prédictive positive de l'occlusion veineuse pour prédire la réussite des isolations aiguës était similaire (93 sur 103 [90,2 %] et 89 sur 98 [90,8 %] VP; P = 1 000), mais la valeur prédictive négative était significativement plus élevée dans les occlusions guidées par pression que dans les occlusions angiographiques (14 sur 17 [82,3 %] contre 7 sur 22 [31,8 %]; P = 0,003). Durée de l'intervention (57,7 ± 14,2 contre 62,6 ± 15,8 minutes; P = 0,526). Temps de fluoroscopie (16,3 ± 6,4 contre 20,1 ± 6,1; P = 0,732) similaires entre les deux groupes. Cependant, la dose de fluoroscopie (130,6 ± 97,7 contre 353,2 ± 231,4 mGy; P < 0,001) et le volume de contraste utilisé (0 contre 17,5 ± 7,7 ml; P < 0,001) étaient significativement plus faibles dans le groupe guidé par la pression que dans le groupe conventionnel. Au cours d'un suivi de 27,8 (5-39) mois, l'absence d'arythmie après une seule intervention était similaire entre les deux groupes (P = 0,438).	Les CB-IVP de deuxième génération guidés par pression étaient aussi efficaces et aussi sûrs que les CB-IVP conventionnels.
Kuck 2019 [157]	Évaluation de la durabilité des lésions indexées ainsi que de la stratégie de	Étude rétrospective. Patients (FAP) ayant subi des interventions de réablation pendant l'étude FIRE AND ICE dans 13 centres.	89 patients (ACB : 36 patients; ARF : 53 patients). La FAP était l'arythmie récurrente prédominante (69 %) avant la réablation.	Les résultats montrent que, lors de la réablation, les patients initialement traités par l'ACB présentaient

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
	réablation chez les patients de l'étude FIRE AND ICE subissant une intervention de réablation. FIRE AND ICE 13 NCT03314753.	Indicateurs : La première réablation de chaque patient a été incluse dans l'analyse. Les arythmies documentées avant la réablation, le nombre et l'emplacement des VP reconnectées, les lésions créées pendant les réablations, les caractéristiques procédurales et les résultats aigus.	Les réablations ont eu lieu à une médiane de 173 et 182 jours ($P = 0,54$) dans les cohortes ACB et ARF, respectivement. Le nombre de VP reconnectées était significativement plus élevé dans le groupe ARF que dans le groupe ACB ($2,1 \pm 1,4$ contre $1,4 \pm 1,1$; $P = 0,010$), ce qui était dû à un nombre significativement plus élevé de VP supérieures gauches reconnectées et à un nombre nettement plus élevé de VP supérieures droites reconnectées. Le nombre de lésions (principalement ARF) appliquées pendant la réablation était significativement plus élevé chez les patients initialement traités par ARF ($3,3 \pm 1,3$ contre $2,5 \pm 1,5$; $P = 0,015$), sans différence dans le succès aigu global ($P = 0,70$). Après la réablation, aucune différence n'a été observée entre les cohortes en matière de réhospitalisation liée à l'intervention ou d'utilisation de médicaments antiarythmiques.	significativement moins de VP reconnectées, ce qui peut refléter l'instabilité du cathéter ARF dans certaines régions auriculaires gauches, et nécessitaient donc moins de lésions pour réussir la réablation. Les ablations répétées ont été principalement réalisées par RF et ont abouti à un succès aigu, ainsi qu'à une durée d'hospitalisation et une prescription de MAA similaires entre les cohortes de l'étude.
2020				
Bergau 2020 [24]	Évaluation de la sécurité et de l'efficacité de l'IVP par ACB chez les jeunes adultes.	Étude observationnelle. 93 patients consécutifs âgés < 45 ans traités pour une ablation de la FA. Âge moyen : 35 ± 7 ans; hommes; 85 %. FA persistante : 22 %. Suivi moyen : $2,6 \pm 2$ ans. Tous les patients ont reçu une IVP guidée par ACB selon un protocole institutionnel standardisé. Suivi : en consultation externe, en utilisant une surveillance Holter de 72 heures et un entretien téléphonique périodique. La récurrence a été définie comme tout épisode de FA/tachycardie atriale (TA) > 30 s après une période de blanking de 3 mois. Un groupe témoin apparié par propension composé de patients âgés de plus de 45 ans.	À la fin de la période d'observation, 83 % des patients n'avaient présenté aucun épisode de FA/TA. Le taux de réussite global sur 12 mois était de 92 %. Par rapport à un groupe apparié, le taux de récurrence global était sensiblement plus faible dans le groupe jeune (15 % contre 27 %). L'âge avancé était associé à un rapport de risque de récurrence de 1,16. Dans un modèle d'analyse multivariée, le diamètre auriculaire gauche est resté un prédicteur significatif de récurrence de FA/TA. Le taux de complications était faible, aucune paralysie permanente du nerf phrénique n'a été observée.	Les résultats ont montré que l'IVP guidée par ACB chez les jeunes adultes est sûre et efficace, avec des résultats favorables à long terme. Les auteurs ajoutent qu'elle peut être considérée comme un traitement de première intention dans cette population relativement saine.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
Hermida 2020 [113]	Évaluation comparant l'efficacité et de l'innocuité du traitement par MAA et l'IPV par ACB comme traitement de première intention chez les patients atteints de FA sans traitement antérieur. Cryo-First study.	ECR. Groupe MAA et groupe ACB. Randomisation de 1:1. Critère d'efficacité principal : échec défini comme (au moins) un épisode d'AA d'une durée de 30 s (Holter de 7 jours ou ECG à 12 dérivations). Critères d'évaluation secondaires : qualité de vie, réhospitalisation, taux de récurrence d'arythmie, utilisation des soins de santé, fonction auriculaire gauche et événements indésirables. Les résultats pourraient aider à guider la sélection des patients pour un traitement précoce de la FA par l'ACB.	L'inscription à l'étude comprendra 218 patients dans un maximum de 16 centres.	Premier rapport d'une ECR multinationale de grande envergure visant à comparer l'ACB aux MAA comme traitement de première intention chez des patients atteints de FAP symptomatique. Des études similaires sont en cours. (EARLY-AF : NCT02825979 et STOP AF First : NCT03118518).
Reddy 2020 [229]	Évaluation de la sécurité et de la durabilité des lésions de l'ablation en champ pulsé (ACP) pour l'IVP et l'ablation de la paroi postérieure de l'oreillette gauche (LAPG) dans la FA persistante. [PersAFOne]; NCT04170621).	PersAFOne est une étude à un seul bras évaluant l'APF biphasique et bipolaire à l'aide d'un cathéter multispline pour l'IVP et l'ablation de la paroi postérieure de l'oreillette gauche (LAPG) dans la FA persistante sous guidage échocardiographique intracardiaque. Un cathéter d'ACP focal a été utilisé pour l'ablation de l'isthme cavotricuspidien. Aucune stratégie de protection œsophagienne n'a été utilisée. Une réimplantation invasive a été imposée au bout de 2 à 3 mois pour évaluer la durabilité des lésions.	Chez 25 patients, l'ablation aiguë de la VP (96 des 96) (temps d'ablation moyen : 22 min; écart interquartile [EI] : 15 à 29 min) et l'ablation de la veine pulmonaire latérale (24 des 24 patients) (temps d'ablation médian : 10 min; EI : 6 à 13 min) ont été couronnées de succès à 100 % avec le cathéter ACP multispline seule. En utilisant le cathéter ACP focal, un bloc aigu de l'isthme cavotricuspidien a été obtenu chez 13 des 13 patients (médiane : 9 min; EI : 6 à 12 min). La durée totale médiane de l'intervention était de 125 min (IQR : 108 à 166 min) (dont une médiane de 28 min [IQR : 25 à 33 min] pour la cartographie du voltage), avec une médiane de 16 min (IQR : 12 à 23 min) pour la fluoroscopie. L'œsophagogastroduodénoscopie postintervention et la tomographie cardiaque répétée n'ont révélé aucune lésion à la muqueuse ni de rétrécissement des VP, respectivement. Le remappage invasif a démontré une isolation durable (définie par un bloc d'entrée) dans 82 des 85 VP (96 %) et 21 des 21 LAPG (100 %) traités avec le cathéter pentaspline. Chez 3 patients, il y a eu une régression cicatricielle localisée de l'ablation du LAPG, bien qu'il n'y ait pas eu de percée de conduction.	Les résultats montrent que le profil de sécurité unique de l'ACP a potentialisé une ablation efficace, sûre et durable de l'IVP et du LAPG. Cela étend le rôle potentiel de l'ACP au-delà des formes paroxystiques aux formes persistantes de FA.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
Reddy 2020 [230]	Évaluation d'un nouveau cathéter d'ablation à pointe en treillis composée de nickeltitane compressible de 9 mm et capable de réaliser soit une ARF focale, soit des lésions ACP, chacune en 2 à 5 s.	Étude multicentrique (3 centres) à un seul bras. Un cathéter en treillis 7,5F a été utilisé avec un système de cartographie personnalisé pour traiter la FAP ou la FA persistante. Alternance entre les sources d'énergie; un encerclement point par point de la VP a été réalisé à l'aide d'une ACP biphasique postérieure et soit d'ARF irriguée à température contrôlée, soit d'une ACP antérieure (RF/PF ou PF/PF, respectivement). Des lésions linéaires ont été créées à l'aide d'une ACP ou d'une ARF.	76 patients (55 patients atteints de FAP; 21 patients atteints de FA persistante). Ablation RF/PF (40 patients) ou une ablation PF/PF (36 patients). La durée du traitement d'IVP (de la première à la dernière lésion) était de $22,6 \pm 8,3$ min/patient, avec une moyenne de 50,1 lésions RF/PF/patient. Les lésions linéaires comprenaient 14 lignes mitrales (4 RF/2 RF+PF/8 PF), 34 lignes du toit de l'oreillette gauche (12 RF/22 PF) et 44 lignes de l'isthme cavotricuspidé (36 RF/8 PF), avec des durées de traitement de $5,1 \pm 3,5$, $1,8 \pm 2,3$ et $2,4 \pm 2,1$ min par patient, respectivement. Tous les groupes de lésions ont connu un succès aigu, avec une fluoroscopie de $4,7 \pm 3,5$ minutes. Il n'y a eu aucune complication liée au dispositif, y compris aucun AVC. L'œsophagogastroduodénoscopie postintervention a révélé une lésion thermique mineure de la muqueuse chez 2 des 36 patients RF/PF et 0 des 24 patients PF/PF. L'IRM cérébrale postintervention a révélé des lésions asymptomatiques en imagerie pondérée en diffusion +/-inversion-récupération atténuée par les fluides et en imagerie pondérée en diffusion +/-inversion-récupération atténuée par les fluides + chez respectivement 5 et 3 des 51 patients.	Les résultats montrent que le nouveau cathéter à pointe en treillis pourrait éliminer rapidement et en toute sécurité la FA en utilisant soit une approche combinée RF/PF (en capitalisant sur la sécurité de l'ACP et les années d'expérience avec ARF), soit une approche entièrement PF.
Su 2020 [267]	Évaluation de la sécurité et de l'efficacité de l'IVP à l'aide du cathéter à ballonnet cryogénique pour traiter les patients atteints de FA persistante. STOP Persistent AF ClinicalTrials.gov : NCT03012841.	Étude STOP Persistent AF. Étude prospective multicentrique à un seul bras. Patients avec une FA persistante réfractaire aux médicaments (épisodes continus < 6 mois). Critère d'efficacité principal : absence de FA ≥ 30 secondes, de flutter auriculaire (AFL) ou de tachycardie auriculaire (TA) pendant 12 mois après une période de blanking de 90 jours. Objectifs de performance prédéfinis : fixés à > 40 % et < 13 % pour les critères	Sur 186 inscriptions, 165 sujets (70 % d'hommes; âge de 65 ± 9 ans; diamètre auriculaire gauche de $4,2 \pm 0,6$ cm; indice de masse corporelle de 31 ± 6) ont été traités dans 25 sites aux États-Unis, au Canada et au Japon. Les durées totales de l'intervention, du maintien de l'oreillette gauche et de fluoroscopie étaient respectivement de 121 ± 46 minutes, 102 ± 41 minutes et 19 ± 16 minutes. À 12 mois, le critère d'efficacité principal était de 54,8 % (intervalle de confiance [IC] à 95 % 46,7 %-62,1 %) d'absence de FA, de LFA ou d'AT. Un événement de sécurité majeur, ce qui se traduit par un taux de 0,6 % (IC à 95 % 0,1 %-4,4 %).	L'étude STOP Persistent AF a démontré que l'ACB était sûre et efficace dans le traitement des patients atteints de FA persistante réfractaire aux médicaments, caractérisée par des épisodes de FA continus < 6 mois.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
		d'efficacité principaux et d'innocuité, respectivement. Critères d'évaluation secondaires : la qualité de vie à l'aide des questionnaires AFEQT (Atrial Fibrillation Effect on Quality of Life) et SF (Short Form) -12.	Les évaluations AFEQT et SF-12 ont démontré des améliorations significatives entre le début et 12 mois après l'ablation ($P < 0,001$).	
2021				
Andrade 2021 [13]	Évaluation de l'ACB comme traitement initial de la FAP. EARLY-AF ClinicalTrials.gov, NCT02825979, 2023.	ECR. Assignation de manière aléatoire de 303 patients atteints de FAP symptomatique non traitée à subir une ACB ou à recevoir des MAA pour le contrôle initial du rythme. Tous les patients ont reçu un dispositif de surveillance cardiaque implantable pour détecter la tachyarythmie auriculaire. La période de suivi était de 12 mois. Critère d'évaluation principal : première récurrence documentée de toute TAA (fibrillation auriculaire, Flutter A ou TA) entre 91 et 365 jours après l'ablation par cathéter ou le début d'un traitement antiarythmique. Critères d'évaluation secondaires : absence d'arythmie symptomatique, la charge de FA et la qualité de vie.	À 1 an, une récurrence de TAA s'est produite chez 66 des 154 patients (42,9 %) assignés à subir une ablation et chez 101 des 149 patients (67,8 %) assignés à recevoir des MAA (rapport de risque, 0,48; intervalle de confiance [IC] à 95 %, 0,35 à 0,66; $P < 0,001$). La TAA symptomatique est réapparue chez 11,0 % des patients ayant subi une ablation et chez 26,2 % de ceux ayant reçu des MAA (rapport de risque, 0,39; IC à 95 %, 0,22 à 0,68). Le pourcentage médian de temps passé en FA était de 0 % (écart interquartile de 0 à 0,08) avec l'ablation et de 0,13 % (écart interquartile de 0 à 1,60) avec les MAA. Des événements indésirables graves sont survenus chez 5 patients (3,2 %) ayant subi une ablation et chez 6 patients (4,0 %) ayant reçu des MAA.	Les résultats montrent que parmi les patients recevant un traitement initial pour FAP symptomatique, le taux de récurrence de FA était significativement plus faible avec l'ablation par cathéter ACB qu'avec un traitement MAA, comme l'a montré la surveillance continue du rythme cardiaque. (Financé par le Cardiac Arrhythmia Network of Canada et d'autres.).
Chun 2021 [51]	Comparaison de l'efficacité et de l'innocuité des deux ballonnets (IVP) chez les patients atteints de FAP ou de FA persistante.	ECR comparative et prospective. 200 patients avec FA symptomatique. Randomisation de 1:1. Groupe ACB (n = 100) : 50 FAP + 50 FA persistante. Groupe laser ballon (n = 100) : 50 FAP + 50 FA persistante. Tous les MAA ont été arrêtés après l'ablation.	200 patients. Une IVP par ballonnet uniquement a été obtenue chez 98 % (ACB) contre 95 % (laserballon), nécessitant une reprise focale chez 2 et 5 patients, respectivement. La durée de l'intervention, mais pas de la fluoroscopie, était significativement plus courte dans le groupe ACB ($50,9 \pm 21,0$ contre $96,0 \pm 20,4$ minutes, $P < 0,0001$; et $7,4 \pm 4,4$ contre $8,4 \pm 3,2$ minutes, $P = 0,083$). L'absence de récurrence de TAA a été atteinte dans 79 % des cas (ACB : 80,0 % contre laserballon : 78,0 %, $P = ns$).	Les résultats montrent que les deux technologies de ballonnet représentent des outils hautement efficaces et sûrs pour l'IVP, ce qui se traduit par des résultats favorables similaires sur le rythme après 12 mois.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
		Suivi par des enregistrements Holter-ECG de 3 jours et des visites au cabinet à 3, 6 et 12 mois. Critère d'efficacité principal : absence de tachyarythmie auriculaire entre 90 et 365 jours après une seule ablation. Critères d'évaluation secondaires : paramètres procéduraux et complications périprocédures.	Aucun décès, aucune fistule auriculo-œsophagienne, aucune tamponnade ou laceration vasculaire nécessitant une intervention chirurgicale ne sont survenus. Dans le groupe ACB, 8 paralysies transitoires, mais aucune PNP persistante, ont été observées, contre 2 PNP persistantes et une attaque ischémique transitoire dans le groupe laserballon.	
De Loma 2021 [61]	Évaluation des résultats aigus et à 12 mois de l'ablation par ACB pour le traitement de la FA en Espagne à partir du rapport du registre espagnol d'ablation par cryoballon : RECABA. Numéro ClinicalTrials.gov : NCT02785991.	Étude prospective (RECABA). Patients de 27 centres espagnols. Les patients ont été traités par ACB et pris en charge selon les protocoles de soins standards dans chaque centre. Critère d'évaluation principal : absence de FA ≥ 30 s à 12 mois après une période de blanking de 3 mois. Critères d'évaluation secondaires : • Description des caractéristiques des patients • Stratégie et sécurité de l'intervention de cryoablation • Facteurs prédictifs d'efficacité	1742 patients (71,4 % PAF, 68,8 % d'hommes, âge moyen de $58,02 \pm 10,40$ ans, 76,1 % en surpoids ou obèses, indice CHA2DS2-VASc $1,40 \pm 1,28$). Les patients ont reçu $7,2 \pm 2,67$ cryo-applications. De potentielles VP ont pu être détectées dans 61 % des VP pendant l'ablation, avec un temps moyen de blocage de $52,9 \pm 37,02$ s. Un IVP aigu a été observé dans 97 % des VP, dont 75,8 % isolées lors de la première cryo-application. La durée moyenne de l'intervention était de 113 ± 41 min. Des complications aiguës sont survenues dans 4,4 % des cas. Avec un suivi de 1628 patients, la survie sans FA était de 78,5 % (PAF : 80,6 % contre PersAF 73,3 %; $P < 0,001$).	L'élargissement de l'oreillette gauche, le sexe féminin, l'absence de FAP et la récurrence précoce étaient des facteurs prédictifs indépendants de la récurrence de FA ($P < 0,05$). Le registre RECABA fournit un aperçu détaillé des pratiques de dosage actuelles et démontre que l'ACB est sûre et efficace dans le cadre d'une utilisation en situation réelle.
Gallagher 2021 [90]	Comparaison de l'utilisation simultanée d'ACB avec l'ARF dans la FA persistante chronique.	100 patients consécutifs subissant leur première ablation pour FA persistante d'une durée > 6 mois. Randomisation 1:1 pour l'ACB multicathéter ou l'ARF. Pour l'ACB, un Arctic Front Advance de 28 mm a été utilisé en tandem avec des cathéters de cryoablation focale. Des cathéters ouverts irrigués et sans détection de force ont été utilisés dans le groupe ARF avec un système de cartographie 3D. Suivi à 6 et 12 mois, puis chaque année.	Un plus grand nombre de patients du groupe ACB multicathéter ont retrouvé un rythme sinusal (RS) après l'ablation seule, avec une durée d'intervention plus courte. Le RS s'est maintenu jusqu'au dernier suivi disponible chez 16/49 patients (33 %) du groupe multicathéter à $3,0 \pm 1,6$ ans après l'ablation et chez 12/50 patients (24 %) du groupe RF à $4,0 \pm 1,2$ ans après l'ablation. Le taux annuel de récurrence d'arythmie était similaire.	L'ACB multicathéter peut restaurer le RS par ablation seule dans plus de cas et plus rapidement que l'ARF. Le succès à long terme est difficile à obtenir avec l'une ou l'autre méthode et est similaire avec les deux.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
Jiang 2021 [130]	Évaluation de l'efficacité et de l'innocuité de l'IVP par ACB pour les patients présentant des épisodes de FA symptomatiques et réfractaires aux médicaments d'une durée inférieure à 24 heures.	Les patients ont été répartis dans deux groupes : • Groupe A : 253 patients avec FAP d'une durée inférieure à 24 h) • Groupe B : 253 patients FAP d'une durée de 24 h ou plus) Randomisation 1:1 en fonction de scores de propension identiques. Comparateurs : mortalité, AVC/accident ischémique transitoire (AIT) et complications liées à l'intervention de cryoablation. Analyse de la récurrence de la TAA pour déterminer les facteurs prédictifs cliniques indépendants.	Le taux de récurrence de la TAA était respectivement de 21,74 % dans le groupe A et de 30,04 % dans le groupe B (P = 0,042). À 12 mois de l'intervention, une incidence plus faible d'AVC/AIT a été observée chez les patients du groupe A par rapport au groupe B, selon l'analyse de Kaplan-Meier (HR 0,34 [0,13-0,87], P = 0,025). Aucune différence significative en ce qui concerne la mortalité et les complications liées à l'intervention de cryoablation n'a été observée entre le groupe A et le groupe B. Une analyse de régression multivariée ajustée de Cox a montré que le type de FA paroxystique < 24 h (HR 0,644, IC à 95 % : 0,455-0,913, P = 0,014) et le diamètre de l'oreillette gauche (DAG) (> 40 mm) (HR 1,696, IC à 95 % : 1,046-2,750, P = 0,032) étaient indépendamment associés à l'incidence de récurrence de TAA dans l'étude.	Les résultats montrent que la FAP de moins de 24 heures est clairement associée à un taux de réussite accru de l'ACB et à une incidence réduite d'AVC ou d'AIT au cours de la période de suivi. Les auteurs ajoutent que l'efficacité et la sécurité sont supérieures chez les patients présentant des épisodes de FA d'une durée inférieure à 24 heures par rapport aux patients présentant une FAP de plus longue durée.
Kuniss 2021 [164]	Évaluation de l'IVP par ACB par rapport au traitement par MAA dans la prévention de la récurrence d'AA chez les patients sans traitement antérieur et chez les patients avec FAP. Cryo-First study.	218 patients avec FAP sans traitement antérieur. Randomisation (1:1) pour recevoir une CA à ballonnet cryogénique (Arctic Front Advance, Medtronic) ou des MAA (classe I ou III). Suivi : 12 mois. Critère d'évaluation principal : $t \geq 1$ épisode d'AA récurrente (FA, flutter auriculaire ou TA) > 30 s après une période de blanking prédéfinie de 90 jours. Critères d'évaluation secondaires : le taux d'événements indésirables graves (EIG) et la récurrence des palpitations symptomatiques (évaluées via les journaux des patients).	L'absence d'AA a été obtenue chez 82,2 % des sujets du groupe ACB et 67,6 % des sujets du groupe MAA (HR = 0,48, P = 0,01). Il n'y avait aucune différence de groupe dans le délai de première (HR = 0,76, P = 0,28) ou l'incidence globale (rapport de taux d'incidence [IRR] = 0,79, P = 0,28) des EIG. Le taux d'incidence des palpitations symptomatiques était plus faible dans le groupe ACB (7,61 jours/an) que dans le groupe MAA (18,96 jours/an; IRR = 0,40, P < 0,001).	Les résultats ont montré que l'ACB était supérieure aux MAA, réduisant significativement la récurrence d'AA chez les patients sans traitement antérieur de FAP. En outre, l'ACB a été associée à une récurrence des symptômes plus faible et à un taux similaire d'effets indésirables graves par rapport aux MAA.
Pak 2021 [217]	Évaluation comparative de l'efficacité et du profil de l'innocuité de l'ACB (Cryo-IVP) et de l'ARF à haute puissance et courte	ECR prospective. 314 patients atteints de FAP (hommes, 71,3 %; 59,9 ± 10,9 ans). Groupe Cryo-IVP : n = 156. Groupe HPSD-RFCA : n = 158.	Après un suivi moyen de 9,8±5,1 mois : • Le taux de récurrence clinique ne différait pas significativement entre les deux groupes (P du rang log = 0,840) • Le taux de récurrence sous forme de tachycardie atriale (P > 0,999), de cardioversion (P = 0,999) et de variabilité de	Chez les patients atteints de FAP, le Cryo-IVP est une stratégie efficace de contrôle du rythme avec une durée d'intervention plus courte par rapport au HPSD-RFCA.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
	durée (HPSD) (RFCA) chez les patients atteints de FA. Inscription : NCT03920917.	Une ablation de l'isthme cavotricuspide et une ablation linéaire de la veine cave supérieure au septum auriculaire droit, en plus de l'IVP, ont été réalisées chez la majorité des patients du groupe HPSD-RFCA. Critère d'évaluation principal : récurrence de FA après une seule intervention. Critères d'évaluation secondaires : schéma de récurrence, taux de cardioversion, variabilité de la fréquence cardiaque de suivi, réponse aux médicaments antiarythmiques.	la fréquence cardiaque sur 3 mois (haute fréquence; P = 0,506) ne différait pas significativement Au cours du suivi final : - Le rythme sinusal a été maintenu sans MAA chez 70,5 % du groupe Cryo-IVP et 73,4 % du groupe HPSD-RFCA (P = 0,567) - Aucune différence significative n'a été trouvée dans le taux de complications majeures entre les deux groupes (3,8 % contre 0,6 %; P = 0,066) - La durée totale de l'intervention était significativement plus courte dans le groupe Cryo-IVP (78,5 ± 20,2 contre 124,5 ± 37,1 minutes; P < 0,001)	
Pavlovic 2021 [224]	Évaluation des effets de l'ablation par ACB en première intention comme stratégie de contrôle du rythme chez les patients atteints de FAP symptomatique. Cryo-First study : NCT01803438.	ECR. Patients âgés de 18 à 75 ans atteints de FAP symptomatique sans traitement de contrôle du rythme. Randomisation de 1:1. Groupe ACB (Arctic Front Advance, Medtronic). Groupe MAA (Classe I ou III). Les symptômes et la qualité de vie ont été évalués au départ, à 1, 3, 6, 9 et 12 mois à l'aide de la classification EHRA et des questionnaires AFEQT (Atrial Fibrillation Effect on Quality-of-Life) et SF-36v2. Les palpitations symptomatiques ont été évaluées via le journal du patient.	Groupe ACB : 107 patients; Groupe MAA : 111 patients. *Des croisements ont eu lieu dans 9 % des cas. Des améliorations plus importantes des scores de synthèse, de sous-échelle et de satisfaction au traitement de l'AFEQT ont été observées à 12 mois avec l'ACB par rapport aux MAA (tous les P < 0,05). À 12 mois, la différence moyenne ajustée du score de synthèse de l'AFEQT était supérieure de 9,9 points dans le groupe ACB (IC à 95 % : 5,5 -14,2, P < 0,001). Des améliorations cliniquement importantes des scores des composantes physiques et mentales du SF-36 ont été observées à 12 mois dans les deux groupes, sans différences significatives entre les groupes à ce stade. Dans le groupe ACB vs MAA, des améliorations plus importantes de la classe EHRA ont été observées à 6, 9 et 12 mois (P < 0,05) et le taux d'incidence des palpitations symptomatiques était plus faible (4,6 vs 15,2 jours/an après le blanking; IRR : 0,30, P < 0,001).	L'ACB en première intention s'est avérée supérieure aux MAA pour améliorer la qualité de vie et les symptômes spécifiques chez les patients atteints de FA symptomatique.
Reedy 2021 [231]	Évaluation de l'IVP par ablation en champ pulsé (ACP) chez des patients avec FAP.	À partir des résultats cliniques à 1 an de l'ACP obtenus dans 3 études	Chez 121 patients, une IVP aiguë a été obtenue dans 100 % des VP avec ACP seule. Le remappage des VP, réalisé chez 110 patients à 93,0 ± 30,1 jours, a démontré une IVP durable dans 84,8 % des VP (64,5 % des patients) et 96,0 % des VP (84,1 % des patients) traités avec ACP à énergie biphasique optimisée.	Les auteurs concluent que l'utilisation d'un cathéter ACP à injection unique permet d'obtenir une excellente durabilité de l'injection et une sécurité acceptable avec un

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
		multicentriques (IMPULSE⁶⁹; PEFCAT⁷⁰ et PEFCAT II⁷¹). Les patients atteints de FAP ont subi une IVP à l'aide d'un cathéter ACP en forme de panier ou de fleur. Un remappage invasif a été effectué après 2-3 mois et les VP reconnectées ont été réisolées par ACP ou ARF. Après une période de blanking de 90 jours, la récurrence d'arythmie a été évaluée sur un suivi d'un an.	Événements indésirables primaires : survenus chez 2,5 % des patients (2 épanchements péricardiques ou tamponnade, 1 hématome); 1 accident ischémique transitoire. Les estimations de Kaplan-Meier à 1 an pour l'absence d'AA pour l'ensemble de la cohorte et pour la cohorte ACP à énergie biphasique optimisée étaient respectivement de 78,5 ± 3,8 % et 84,5 ± 4 %.	faible taux de récurrence d'arythmie auriculaire à 1 an.
Sorensen 2021 [263]	Évaluation comparative de l'efficacité de L'IVP par ARF et (ACB) CRYO dans le traitement de la FA.	ECR. 98 patients : 68 % d'hommes, âge 61 (de 55 à 67 ans) atteints de FA paroxystique. Randomisation : 1:1. Groupe radiofréquence. Groupe cryogénique de deuxième génération. Des moniteurs cardiaques implantables ont été insérés ≥ 1 mois avant l'IVP pour évaluer la charge et la récurrence de FA. Tous les patients, indépendamment de la récurrence de FA, ont subi une deuxième intervention de 4 à 6 mois après l'IVP pour déterminer la durabilité de l'IVP. NCT03805555. RACE randomized.	Dans la deuxième intervention, 152 des 199 (76 %) VP ont été trouvées durablement isolées après l'ARF et 161 sur 200 (81 %) après CRYO (P = 0,32), correspondant à une isolation durable de toutes les veines chez 47 % des patients des deux groupes (P = 1,0). La charge médiane de FA avant l'IVP était de 5,4 % (écart interquartile, 0,5 %-13,0 %) contre 4,0 % (0,6 %-18,1 %), ARF contre CRYO (P = 0,71), et réduite à 0,0 % (0,0 %-0,1 %) et 0,0 % (0,0 %-0,5 %), respectivement (P = 0,58) — une réduction de 99,9 % (92,9 %-100,0 %) et 99,3 % (85,9 %-100,0 %; P = 0,36). La charge de FA après l'IVP était significativement corrélée au nombre de VP durablement isolées (P < 0,01), mais 9 patients sur 45 (20 %) avec isolation durable de toutes les veines ont présenté une récurrence de FA dans les 4 à 6 mois suivant une IVP (à l'exclusion d'une période de blanking de 3 mois).	L'IVP par ARF et CRYO (ACB) présente une durabilité similaire allant de modérée à élevée. Les 2 traitements entraînent une réduction marquée de la charge de FA, qui est liée au nombre de VP durablement isolées. Cependant, pour un cinquième des patients atteints de FAP, l'IVP complète et durable n'était pas suffisante pour prévenir même une récurrence de FA à court terme.
Wazni 2021 [303]	Évaluation de l'efficacité et de l'innocuité de l'ACB comme traitement initial de première intention dans la FAP.	ECR multicentrique. Patients âgés de 18 à 80 ans atteints de FAP sans traitement de contrôle du rythme. Randomisation aléatoire (1:1).	203 participants; groupe Cryo : 104 patients; groupe MAA : 99 patients. Dans le groupe Cryo, le succès initial de l'intervention a été obtenu chez 97 % des patients. L'estimation de Kaplan-Meier du pourcentage de patients ayant réussi le traitement à 12 mois était :	Les résultats montrent que l'ACB utilisée comme traitement initial s'est avérée supérieure au traitement aux MAA pour la prévention de la

⁶⁹ Étude de sécurité et de faisabilité du système d'ablation endocardique IOWA Approach pour traiter la fibrillation auriculaire (NCT03700385).

⁷⁰ Étude de sécurité et de faisabilité du système d'ablation endocardique FARAPULSE pour traiter la fibrillation auriculaire paroxystique (NCT03714178).

⁷¹ Étude de sécurité et de faisabilité étendue du système d'ablation multi-endocardique FARAPULSE pour traiter la fibrillation auriculaire paroxystique (NCT04170608).

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
	Étude STOP AF First: NCT03118518.	Groupe MAA : traitement par des médicaments antiarythmiques (agents de classe I ou III). Groupe Cryo (ACB) : une IVP avec un cryoballon. Suivi ECG à 12 dérivations réalisé au départ et à 1, 3, 6 et 12 mois. Surveillance téléphonique : activée par le patient, réalisée chaque semaine et lorsque les symptômes étaient présents pendant les mois 3 à 12. Suivi ambulatoire de 24 heures : réalisé à 6 et 12 mois. Critère d'efficacité principal : succès du traitement⁷² évalué dans une analyse de Kaplan-Meier. Critère principal de sécurité : évalué uniquement dans le groupe Cryo; combinaison de plusieurs événements indésirables graves liés à l'intervention et au système de cryoballons.	- Groupe Cryo : 74,6 % (intervalle de confiance [IC] à 95 %, 65,0 à 82,0) dans le groupe ablation - Groupe TAA : 45,0 % (IC à 95 %, 34,6 à 54,7) ($P < 0,001$ par test du log-rank) Événements principaux de sécurité. Groupe Cryo : 2 (estimation de Kaplan-Meier du pourcentage de patients ayant un événement dans les 12 mois : 1,9 %; IC à 95 %, 0,5 à 7,5).	récidive d'AA chez les patients atteints de FAP.
2022				
Baimbetov 2022 [21]	Comparaison de l'efficacité et de l'innocuité de deux stratégies de traitement par cathéter chez des patients atteints de FAP à long terme. Stable.	ECR prospective. 127 patients atteints de FAP au cours des 6 derniers mois précédant l'étude, pour lesquels au moins 2 médicaments antiarythmiques de classe I à III n'étaient pas efficaces. Groupe 1 : patients ayant subi une ACB de deuxième génération. Groupe 2 : patients ayant subi une ARF avec utilisation d'un cathéter pour contrôler la force de contact.	Groupe 1 ACB : 50 patients. Groupe 2 ARF : 50 patients. La durée moyenne de suivi était de 36 mois. Des enregistreurs d'électrocardiogramme à boucle implantable ont été implantés chez tous les patients après l'opération. Indicateur d'efficacité principal : - Groupe 1 ACB : 15 patients - Groupe 2 ARF : 14 patients Supériorité de l'ARF, mais la différence dans les résultats était statistiquement insignifiante ($P < 0,672$).	L'efficacité primaire était relativement la même dans les groupes.

⁷² Il est défini comme l'absence d'échec initial de l'intervention ou de récurrence d'arythmie auriculaire après une période de blanking de 90 jours pour permettre la récupération après l'opération ou l'ajustement de la dose de médicament.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
		Enregistreurs d'électrocardiogramme à boucle implantable chez tous les patients après l'opération.	Pas de différence significative entre les 2 méthodes en matière de sécurité globale.	
Hegger 2022 [109]	Évaluation de la sécurité, de l'efficacité et des résultats cliniques d'un protocole d'ACB personnalisé par rapport à un protocole fixe en utilisant le CB4 de quatrième génération guidé par les enregistrements du potentiel veineux pulmonaire (VP) et la température du cryoballon. Étude INDI-FREEZE.	ECR monocentrique prospective. Randomisation 1:1. Patients atteints de FA paroxystique. Comparaison de 2 protocoles de dosage : - Groupe INDI-FREEZE (protocole individualisé) : durée du cycle de congélation jusqu'à effet plus 90 s ou interruption du cycle de congélation et repositionnement du cryoballon si la température n'était pas de -30 °C dans les 40 s. - Groupe témoin (protocole fixe) : durée du cycle de congélation de 180 s. Aucun cycle de congélation bonus n'a été appliqué dans les groupes de patients. Critère d'évaluation principal : absence de TAA à 12 mois. Critères d'évaluation secondaires : paramètres procéduraux et complications.	100 patients. Aucune différence n'a été observée dans le critère d'évaluation principal (groupe INDI-FREEZE : 38/47 [81 %] contre le groupe témoin : 40/47 [85 %], P = 0,583). Le temps total de congélation était significativement plus court dans le groupe INDI-FREEZE (157 ± 56 s contre 212 ± 83 s, P < 0,001), tandis que la durée de l'intervention (57,9 ± 17,9 min contre 63,2 ± 20,2 min, P = 0,172) était similaire. Aucune différence n'a été observée dans les températures minimales du cryoballon et de l'œsophage ainsi que dans les complications périprocédures.	L'approche individualisée offre un profil de sécurité et un résultat clinique semblables au protocole fixe, tout en réduisant le temps total de congélation.
Mol 2022 [198]	Évaluation du traitement de la FA persistante par le cryoballon de deuxième génération.	148 patients traités par IVP entre 2013 et 2017 pour une FA persistante. Tous les patients se sont rendus à la consultation externe 2 à 5 ans après l'IVP et ont rempli un questionnaire AF Effect on Quality-of-Life (AFEQT); un Holter de 7 jours a été appliqué. Les enregistrements du rythme acquis après l'ACB ont été analysés et les scores modifiés de l'European Heart Rhythm Association (mEHRA) ont été calculés avant et après l'ablation.	Âge moyen des patients de 63 ± 9 ans; 44 femmes (27,9 %). Le score VASc CHA2DS2 moyen était de 1,9 ± 1,4 et une dilatation auriculaire gauche (OG) modérée et sévère était présente chez 53 (36,1 %) et 15 (10,2 %) patients, respectivement. Après un suivi de 3,7 ± 1,0 ans, 81 (54,7 %) patients ont eu une récurrence d'ATa et 35 (23,6 %) patients ont subi une nouvelle ablation de l'OG. Le score mEHRA s'est amélioré de manière significative chez 80,4 % des patients (P < 0,001). Le score AFEQT global médian était de 88,9 (70,4-97,2).	Les données indiquent que l'ACB a amélioré de manière significative les symptômes liés à la FA et a mené à une qualité de vie élevée pendant 2 à 5 ans chez ces patients. Le taux de récurrence de TAA après l'IVP est important lors du suivi à moyen terme.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
Shi 2022 [257]	Évaluation comparative de l'efficacité de l'ACB par rapport à l'ARF chez des patients atteints de FA persistante.	101 patients. Randomisation 1:1. Suivis pendant 12 mois. Critère d'évaluation principal : toute TAA récurrente documentée durant plus de 30 s après une période de blanking de 3 mois. Critères d'évaluation secondaires : complications liées à l'intervention, durée de l'intervention, durée de la fluoroscopie. Courbes de survie sans ATA estimées par la méthode de Kaplan-Meier et analysées par le test du log-rank.	Analyse en intention de traiter : L'absence d'ATA a été obtenue chez 36 des 52 patients du groupe ACB et 30 des 49 patients du groupe ARF (69,2 % contre 61,2 %, $P = 0,393$). Aucune différence dans la récurrence de FA n'a été constatée entre les deux groupes (27,5 % dans le groupe ACB contre 38,0 % dans le groupe ARF, $P = 0,258$), et moins de récurrences de flutter auriculaire ont été documentées dans le groupe ACB par rapport au groupe ARF (3,9 % contre 18,0 %, $P = 0,020$). La durée de l'intervention était significativement plus courte dans le groupe ACB (160 ± 31 contre 197 ± 38 min, $P < 0,0001$; $36,7 \pm 9,5$ contre $55,3 \pm 16,7$ min, $P < 0,0001$). Aucune différence concernant la durée de la fluoroscopie ($21,5 \pm 7,8$ contre $23,4 \pm 11,2$ min, $P > 0,05$).	Par rapport à l'ARF, l'ACB a conduit à une durée d'intervention et d'ablation plus courte, avec moins de récurrences de flutter auriculaire et une absence similaire d'ATA au suivi à 12 mois.
Theis 2022 [274]	Évaluation de l'efficacité de l'IVP par ACB par rapport à l'ARF suivant le protocole CLOSE ⁷³ en matière de résultat sans arythmie et d'innocuité d'une intervention unique.	ECR prospective. 150 patients subissant une ablation de novo par cathéter pour FAP ont été randomisés dans deux groupes. Groupe A : ACB avec le cryoballon de 23 ou 28 mm (ballon Arctic Front™ associé à un cathéter de cartographie Achieve, Medtronic Inc.). Groupe B : ARF, en utilisant l'IA et en suivant le protocole CLOSE. L'IVP utilisant l'IA intègre la stabilité, la force de contact (CF), le temps et la puissance.	75 patients ont été randomisés dans chaque groupe, sans différences significatives dans les caractéristiques initiales. Au cours d'un suivi moyen de $12 \pm 4,5$ mois après une intervention unique : • Groupe A : 64 (85,33 %) patients n'ont pas présenté de récurrence d'arythmie • Groupe B : 65 (86,67 %) patients ($P = ns$) Au total, 14 patients (groupe A : 7 [9,33 %]; groupe B : 7 [9,33 %]; $P = ns$) ont subi une nouvelle intervention. Aucune différence significative entre les deux groupes n'a été observée en matière de récupération des VP (groupe A : 4 [5,33 %] contre groupe B : 3 [4 %]; $P = ns$). Chez deux patients du groupe A et quatre patients du groupe B, les VP ont été durablement isolées, alors que les patients ont présenté une récurrence de FA causée par des sources de FA extra-VP. Deux patients de chaque groupe ont continué à souffrir de FA paroxystique, mais n'ont pas subi de nouvelle intervention. Récurrences : Les patients du groupe A ont montré significativement plus de récurrences de FA pendant la période de blanking	L'ACB et l'ablation par index d'ablation suivant le protocole CLOSE sont tout aussi efficaces pour obtenir une isolation durable de la veine porte. Dans cette étude, l'ACB a entraîné une récurrence de FA significativement plus élevée pendant la période de blanking.

⁷³ Le protocole CLOSE combine l'indice d'ablation (IA) et une distance interlésionnelle ≤ 6 mm à l'aide d'un cathéter à flux périphérique (Biosense Webster Thermocool STSF).

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
			de 3 mois (groupe A : 14 [18,67 %] contre groupe B : 6 [8 %]; $P < 0,05$). Données procédurales : La durée de l'intervention était significativement plus courte dans le groupe A ($70,53 \pm 16,13$ contre $115,35 \pm 15,38$; $P < 0,01$). Le temps de fluoroscopie et le produit dose-surface n'ont montré aucune différence significative. Complications : les deux procédures ont été réalisées avec un faible nombre de complications; aucun épanchement péricardique n'a été observé dans les deux groupes; dans le groupe A, deux patients ont présenté un hématome important de l'aîne nécessitant une réparation chirurgicale.	
Wazni 2022 [304]	Évaluation de l'évolution de la qualité de vie (QoL) et des symptômes après un traitement de première intention par ACB par rapport à un traitement par MAA. STOP AF First.	ECR. Des patients avec FA symptomatique sans traitement de contrôle antérieur du rythme ont été randomisés en MAA (classe I ou III) ou ACB (Arctic Front Advance, Medtronic, Mounds View, MN). La qualité de vie a été évaluée au départ et à 6 et 12 mois à l'aide des questionnaires AFEQT (Atrial Fibrillation Effect on Quality-of-Life) et European Quality of Life-5 Dimensions. Une revue des symptômes associés à la FA a été réalisée au départ et à 1, 3, 6 et 12 mois.	203 sujets : ACB (n = 104 [51,2 %]); traitement MAA (n = 99 [48,8 %]). Les améliorations des scores de synthèse et des sous-échelles AFEQT étaient significativement plus importantes avec l'ACB qu'avec le traitement MAA à 6 et 12 mois ($P < 0,02$ pour tous). Une amélioration cliniquement significative (> 5 points) du score de synthèse AFEQT entre le début et après 12 mois a été observée chez 96,0 % (100) des patients du groupe ACB contre 72,2 % (71) des patients du groupe MAA ($P < 0,001$). Aucune différence significative entre les groupes n'a été observée dans la modification de l'indice européen de qualité de vie-5 dimensions ou des scores de l'échelle visuelle analogique. Dans l'ensemble, 54,4 % (57) du groupe ACB contre 29,7 % (29) du groupe MAA n'ont signalé aucune récurrence de symptômes spécifiques à la FA après une période de suppression de 90 jours ($P = 0,0005$).	Le traitement de première intention par ACB par rapport au traitement par MAA est associé à des améliorations plus importantes de la qualité de vie spécifique à la FA et à un taux plus élevé de résolution des symptômes.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS																								
2023																												
Andrade 2023*[10]	Évaluation de l'impact d'une ACB comme traitement initial sur le mécanisme pathogénique de la FA et de son évolution vers une FA persistante. EARLY-AF ClinicalTrials.gov, NCT02825979.	ECR. Patients atteints de FAP assignés aléatoirement à subir une thérapie initiale de contrôle du rythme par ACB ou MAA. Enregistreurs en boucle implantables chez tous les patients. Enregistrements quotidiens tous les 6 mois et suivi sur 3 ans. Enregistrements : premier épisode de FA persistante ⁷⁴ ; TAA récurrente ⁷⁵ . Charge de la FA ⁷⁶ . Paramètres de qualité de vie. Utilisation des soins de santé et de la sécurité.	303 patients ont été inclus. Groupe cryoballon : 154 patients; groupe traitement par médicaments antiarythmique : 149 patients. Après suivi de 36 mois. <table><tr><th></th><th>Groupe ACB Patients (%)</th><th>GroupeTAA Patients (%)</th><th>Rapport de risque</th></tr><tr><td>Épisode de FA persistante</td><td>3 patients (1,9 %)</td><td>11 patients (7,4 %)</td><td>0,51 IC à 95 % (0,38-0,67)</td></tr><tr><td>TAA récurrente</td><td>87 patients (56,5 %)</td><td>115 patients (77,2 %)</td><td>0,51 IC à 95 % (0,38-0,67)</td></tr><tr><td>Pourcentage médian de temps passé en FA</td><td>0,00 % (0,00 à 0,12)</td><td>0,24 % (0,01 à 0,94)</td><td></td></tr><tr><td>Hospitalisation</td><td>8 patients (5,2 %)</td><td>25 (16,8 %)</td><td>0,31 IC à 95 % (0,14-0,66)</td></tr><tr><td>Événements indésirables graves</td><td>7 patients (4,5 %)</td><td>15 patients (10,1 %)</td><td></td></tr></table>		Groupe ACB Patients (%)	GroupeTAA Patients (%)	Rapport de risque	Épisode de FA persistante	3 patients (1,9 %)	11 patients (7,4 %)	0,51 IC à 95 % (0,38-0,67)	TAA récurrente	87 patients (56,5 %)	115 patients (77,2 %)	0,51 IC à 95 % (0,38-0,67)	Pourcentage médian de temps passé en FA	0,00 % (0,00 à 0,12)	0,24 % (0,01 à 0,94)		Hospitalisation	8 patients (5,2 %)	25 (16,8 %)	0,31 IC à 95 % (0,14-0,66)	Événements indésirables graves	7 patients (4,5 %)	15 patients (10,1 %)		Le traitement initial de la FAP par ACB a été associé à une incidence plus faible de FA persistante ou de TAA récurrente sur une période de suivi de 3 ans par rapport l'utilisation initiale de MAA.
	Groupe ACB Patients (%)	GroupeTAA Patients (%)	Rapport de risque																									
Épisode de FA persistante	3 patients (1,9 %)	11 patients (7,4 %)	0,51 IC à 95 % (0,38-0,67)																									
TAA récurrente	87 patients (56,5 %)	115 patients (77,2 %)	0,51 IC à 95 % (0,38-0,67)																									
Pourcentage médian de temps passé en FA	0,00 % (0,00 à 0,12)	0,24 % (0,01 à 0,94)																										
Hospitalisation	8 patients (5,2 %)	25 (16,8 %)	0,31 IC à 95 % (0,14-0,66)																									
Événements indésirables graves	7 patients (4,5 %)	15 patients (10,1 %)																										
Ayzenberg 2023 [16]	Évaluation de l'utilisation de la cryoablation pour l'IVP, de l'efficacité et du profil de sécurité pour la FA effectuée par des électrophysiologistes expérimentés dans	Étude rétrospective sur dossiers médicaux informatisés. 300 procédures consécutives, réalisées sur 291 patients (entre 2014-2015) d'un important HMO. Âge moyen de 63 ans (hommes : 61 %). 79 % des patients souffraient de FAP.	Le taux de réussite global du maintien du RS à 2 ans était de 56 %. Le taux de réussite était significativement corrélé à l'âge et aux facteurs de risque standards. Chez les patients chez qui l'intervention index était la première ablation, le taux de réussite était de 78 %.	Les résultats ont montré un taux de complications plus élevé par rapport au taux rapporté dans la littérature. L'utilisation de l'ACB pour l'IVP et d'autres améliorations de la technique et de l'expérience pourraient																								

⁷⁴ Fibrillation atriale persistante : durée ≥ 7 jours ou de 48 heures à 7 jours, mais nécessitant une cardioversion pour y mettre fin.

⁷⁵ TAA récurrente : FA, un flutter ou une tachycardie d'une durée ≥ 30 secondes.

⁷⁶ Pourcentage de temps en fibrillation atriale.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
	8 centres médicaux (technique RF à 85 %).	Tous avaient subi une IVP pour FA par des électrophysiologistes expérimentés dans 8 centres médicaux (technique ARF à 85 %). Variables : caractéristiques démographiques et cliniques, succès et complications aiguës de l'intervention; taux de succès à long terme basé sur plusieurs ECG et la surveillance Holter. Le rythme sinusal (RS) à 2 ans était considéré comme un succès.	61 patients ont subi une deuxième ablation avec un taux de réussite de 64 %, 32 ont subi une 3 ^e /4 ^e intervention avec un taux de réussite de 56 %. La probabilité d'être en RS après 2 ans, quel que soit le nombre d'ablations, était de 78 %. 35 % des patients étaient toujours sous traitement antiarythmique à 2 ans après l'intervention. Le taux de complications était de 6,6 % (2,5 % graves), parmi lesquelles 2 décès, dont 1 lié à l'intervention. L'IVP dans une large population non sélectionnée du monde réel est une option thérapeutique valable pour la FA avec un taux de réussite global à 2 ans de 56 %.	améliorer à la fois l'efficacité et le profil de sécurité.
Dulai 2023 [71]	Comparaison de l'IVP à une intervention factice chez des patients atteints de FA symptomatique. L'étude évaluera l'impact de l'isolation des VP sur la charge de FA. Étude SHAM-IVP.	ECR en double aveugle. Objectif : 140 patients atteints de FAP ou persistante symptomatique. Groupe avec ACB; groupe avec intervention factice (avec stimulation du nerf phrénique [NP]). Enregistreur en boucle implantable chez tous les patients. Critère d'évaluation principal : charge totale de FA à 6 mois après la randomisation (à l'exclusion de la période de blanking de 3 mois). Critères d'évaluation secondaires : • Le délai avant TAA symptomatique et asymptomatique • Le nombre total d'épisodes de TAA • Les mesures de résultats rapportés par les patients	Le recrutement a débuté en janvier 2020. Jusqu'en avril 2023, 119 patients ont été recrutés.	Les résultats devraient être diffusés en 2024.
Kanagaratnam 2023 [134]	Évaluation comparative de l'efficacité d'une approche d'ablation simplifiée de la FA à un traitement médicamenteux et à une technique d'ACBV	ECR prospective multicentrique. 13 hôpitaux britanniques. 321 patients atteints de FA paroxystique symptomatique. Randomisation 1:1:1.	Le rapport de risque (HR) pour un événement du critère d'évaluation principal survenant lors de la comparaison du bras du protocole AVATAR au traitement médicamenteux était de 0,156 (IC à 95 %, 0,097-0,250; P < 0,0001 par régression de Cox).	Le protocole AVATAR s'est révélé supérieur au traitement médicamenteux pour éviter les épisodes hospitaliers liés au traitement de la FA, mais l'ACB conventionnelle n'a pas

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
	conventionnelle pour le contrôle des symptômes de la FAP. NCT02459574.	Groupe avec ACB et sans cartographie électrique : les patients ont été libérés le jour même (protocole Ablation Versus Anti-arrhythmic Therapy for Reducing All Hospital Episodes from Recurrent [AVATAR]). Groupe de traitement médicamenteux. Groupe avec ablation par ACB avec confirmation d'IVP et hospitalisation de nuit. Critère d'évaluation principal : délai avant tout épisode hospitalier lié au traitement de l'AA. Critères d'évaluation secondaires : complications du traitement et mesures de la qualité de vie.	23 patients (21 %) ont enregistré un événement du critère d'évaluation dans le bras AVATAR, contre 76 patients (74 %) dans le bras du traitement médicamenteux. La comparaison des bras AVATAR et de l'ACB conventionnelle a donné lieu à un HR non significatif de 1,173 (IC à 95 %, 0,639-2,154; P = 0,61 par régression de Cox) avec 23 patients (21 %) et 19 patients (18 %), respectivement, enregistrant des événements du critère d'évaluation principal (P = 0,61 par test du log-rank).	été supérieure au protocole AVATAR.
Millis 2023 [193]	Évaluation comparative de l'efficacité de l'ablation par cryo-ballon (CRYO) par rapport à l'ablation par radiofréquence (RF) dans le traitement des FA persistantes.	ECR monocentrique comparative. Randomisation 2:1 dans deux bras : RF et CRYO. Critère d'évaluation principal : récurrence d'arythmie dans la période post-interventionnelle précoce (3 premiers mois) et dans le suivi à moyen terme (3 mois à 12 mois). Critères d'évaluation secondaires : durée de l'intervention, temps de fluoroscopie, complications.	199 patients ont participé à l'étude – groupe RF : 133; groupe CRYO : 66. Critère d'évaluation principal : aucune différence statistiquement significative n'a été observée entre les deux groupes (récidives ≤ 3 mois : 35,5 % RF contre 37,9 % CRYO, P = 0,755; récidives > 3 mois : 26,3 % RF contre 27,3 % CRYO, P = 0,999). Critères d'évaluation secondaires : CRYO était une intervention de durée significativement plus courte (75,15 ± 17,21 dans le groupe CRYO contre 136,6 ± 43,33 dans le groupe RF, P < 0,05).	La CRYO et l'ablation par RF semblent être aussi efficaces l'une que l'autre pour contrôler le rythme chez les patients atteints de FA persistante. L'ablation par CRYO est avantageuse sur le plan de la durée de l'intervention.
Myamoto 2023 [196]	Comparaison de l'incidence des embolies cérébrales (EC) sur l'imagerie par résonance magnétique (IRM) pondérée en diffusion 3 T après l'ACB et l'ARF chez les patients atteints de FA. Étude Embo-Abl.	ECR prospective, multicentrique, ouverte. Randomisation 1 :1. Groupe ACB. Groupe ARF. Critère d'évaluation principal : apparition d'une d'embolie cérébrale cliniquement silencieuse (ECS) détectée par IRM 1 à 3 jours après l'AC.	Embo-Abl sera la première à comparer l'incidence des embolies cérébrales périprocédurales causées par l'ACB et l'ARF de la FA et de manière prospective, multicentrique, randomisée et contrôlée.	Les résultats de cette étude sont en cours d'investigation. Résultats en attente.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
		La cohorte comprendra 230 patients atteints de FA provenant d'un centre multicentrique au Japon.		
Reddy 2023 [234]		ECR multicentrique, prospective, en simple aveugle. Groupe ablation par champ pulsé (ACP). Groupe ablation thermique conventionnelle pour la FAP résistante aux médicaments, chaque site utilisant soit l'ACB ou l'ARF (mais pas les deux) comme condition de contrôle. Taille de l'échantillon à déterminer de manière adaptative sur la base de méthodes statistiques bayésiennes. Suivi : 12 mois pour tous les patients avec ACP. Critère d'efficacité principal : réussite procédurale aiguë et absence de récurrence d'AA documentée, d'ablation répétée ou d'utilisation de MAA après une période de 3 mois après l'ablation. Critères d'efficacité secondaires : événements indésirables graves (EIG) aigus et chroniques définis liés au dispositif et à l'intervention. Évaluation pour la non-infériorité du nouveau système d'ACP par rapport aux ablations thermiques standards.	Les résultats de l'étude visent à déterminer scientifiquement si le cathéter ACP pentaspline est sûr et efficace pour l'ablation pour l'IVP afin de traiter la FAP résistante aux médicaments.	L'ablation par champ pulsé (ACP) n'est pas inférieure à l'ablation thermique dans la FAP.
Sangrigoli 2023 [245]	Évaluation des résultats sur la sécurité d'une sortie le jour même après une ACB. EASY IVP STUDY.	ECR. Les patients atteints de FAP ont subi une ACB avec cryoballon Medtronic Arctic Advance dans 3 centres américains. Randomisation 6 heures après l'intervention, pour passer la nuit ou être libérés le jour même.	49 patients. 2 patients ont été retirés avant la randomisation. Un patient a choisi de se retirer après la randomisation. Groupe avec sortie le jour même : 22 patients. Groupe avec une hospitalisation d'une nuit : 23 patients. Aucun effet indésirable significatif n'a été signalé dans les groupes. Pas de différence significative dans la survenue d'événements indésirables.	Les résultats de l'étude suggèrent que la sortie le jour même après une ACB pour FAP est une option sûre après une ablation sans complications pour une IVP. Les auteurs ajoutent que la sélection des patients pour une sortie le jour même doit être rigoureuse.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
			La durée de l'intervention et la durée de la fluoroscopie ne différaient pas significativement entre les groupes.	
Verma 2023 [292]	Évaluation de l'efficacité de l'ACP dans la FA. Étude pivot PULSED AF (Pulsed Field Ablation to Irreversibly Electroporate Tissue and Treat AF). NCT04198701.	Étude prospective mondiale, multicentrique, non randomisée, à un seul bras. Les patients atteints de FAP symptomatique (n = 150) ou persistante (n = 150) réfractaire aux MAA de classe I ou III ont été traités par ACP. Suivi pendant 1 an à l'aide d'une surveillance transtéléphonique hebdomadaire et symptomatique, d'ECG à 3, 6 et 12 mois et de surveillance Holter 24 heures sur 24 à 6 et 12 mois. Critère d'efficacité principal : absence d'un composite d'échec procédural aigu, de récurrence d'arythmie ou d'escalade antiarythmique sur 12 mois, à l'exclusion d'une période de blanc de 3 mois pour permettre la récupération après l'intervention. Critère d'innocuité principal : absence d'un composite d'EIG liés à l'intervention et au dispositif. Les méthodes de Kaplan-Meier ont été utilisées pour évaluer les critères d'évaluation principaux.	L'ACP s'est avérée efficace à 1 an : • Chez 66,2 % (IC à 95 %, 57,9 à 73,2) des patients atteints de FAP • Chez 55,1 % (IC à 95 %, 46,7 à 62,7) des patients atteints de FA persistante Le critère d'innocuité principal est survenu chez 1 patient (0,7 %; IC à 95 %, 0,1 à 4,6) dans les cohortes de FAP ou persistante.	Les résultats ont montré que l'ACP a un faible taux d'événements indésirables primaires (0,7 %) et une efficacité conforme aux technologies d'ablation utilisant une nouvelle énergie d'électroporation irréversible pour traiter les patients atteints de FA.
Zuchelli 2023 [327]	Sous-analyse du Cryo Global Registry visant à examiner les pratiques cliniques actuelles de l'ACB de première intention.	Étude rétrospective. Des patients atteints de FA traités par ACB de première intention ont été comparés à l'ACB chez les patients réfractaires aux MAA à 12 mois. Critères d'efficacité : délai de première récurrence d'AA après une période de blanking de 90 jours.	Sur 1394 patients, 433 (31,1 %) ont été traités par ablation continue de première intention, ce qui était plus fréquent dans les centres à volume élevé. Les taux d'EIG liés à l'intervention étaient similaires. L'efficacité à 12 mois était plus élevée dans le groupe de première intention (87,8 contre 81,6 %, HRunadj ⁷⁷ 0,64 (IC à 95 % 0,47-0,88); P < 0,01), quelle que soit l'expérience d'ACB continue des centres; en contrôlant les caractéristiques initiales, la différence n'était pas significative (HRadj 0,87 [IC à 95 % 0,56-1,37]; P = 0,55).	L'ACB de première intention chez les patients atteints de FA symptomatique est efficace, avec une réduction des symptômes plus importante par rapport à l'ACB après échec aux MAA et sans différence dans l'utilisation des soins de santé lors du suivi à moyen terme.

⁷⁷ HR: Hazard Ratio; HRadj: HR adjusted; HRunadj : HR unadjusted.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
		L'utilisation des soins de santé a été évaluée par des ablations répétées et des hospitalisations. La charge de morbidité a été examinée en évaluant la qualité de vie (QOL) et la déclaration des symptômes par les patients.	Aucune différence n'a été observée dans les ablations répétées et les hospitalisations entre les cohortes. Les patients de première intention ont connu une réduction moyenne plus importante des symptômes et se sont vu prescrire des antidépresseurs tricycliques à un taux plus faible lors du suivi à 12 mois (9,7 contre 29,9 %). La qualité de vie s'est améliorée dans les deux cohortes entre le début et après 12 mois, sans différence significative entre les groupes (P = 0,29).	
2024				
Chaumont 2024 [41]	Évaluation de la sécurité et de l'efficacité à long terme de l'IVP en utilisant l'ACP (pentaspline) par rapport à l'ACB.	Patients consécutifs traités par t ACP ou ACB seulement. Période : janvier 2021 et décembre 2022. Le choix de l'énergie était basé sur la préférence des patients entre l'anesthésie générale (ACP) et l'anesthésie locale (ACB). Critère d'évaluation principal : absence de récurrence d'AA documentée après une période de blanking de 3 mois.	301 patients (220 patients atteints de FAP) ont subi une première IVP réalisée par ACP (n = 151) ou ACB (n = 150). Une IPV complète à court terme a été obtenue chez 144 des 150 patients (96 %) du groupe ACB et chez tous les patients du groupe ACP (P = 0,01). La durée de l'intervention était significativement plus longue dans le groupe ACB. Des lésions transitoires et persistantes du nerf phrénique n'ont été observées que dans le groupe ACB (13/150 et 2/150, respectivement). L'absence d'AA après un an était significativement plus élevée dans le groupe ACP que dans le groupe ACB (87,9 % contre 77,7 %; RR ajusté, 0,53 [IC à 95 %, 0,30-0,96]; P = 0,037).	Les résultats obtenus en conditions réelles suggèrent que l'ACP pourrait être aussi sécuritaire que l'ACB, avec une efficacité optimale. Des ECR sont nécessaires pour étudier plus en détail la supériorité potentielle de l'ACP par rapport à l'ACB.
Della Rocca 2024 [64]	Évaluation du système d'ACP Farapulse™ pentaspline par rapport aux technologies thermiques (ACB ou ARF) chez des patients atteints de FAP appariés par score de propension.	Étude multicentrique. L'appariement par score de propension a été adopté pour comparer les résultats de l'ablation PVI uniquement via le système Farawave™ (groupe ACP), le cryoballon (groupe CRYO) ou la radiofréquence focale (groupe ARF) (rapport ACP : CRYO: RF = 1:2:2). 1572 patients FAPF (âge moyen : 62,4 ± 11,3 ans; 42,5 % de femmes) subissant une première IVP avec ACP (n = 174), CRYO (n = 655) ou ARF (n = 743).	L'isolation de premier passage a été obtenue dans 98,8 % des VP avec l'ACP, 81,5 % avec CRYO et 73,1 % avec l'ARF (P < 0,001). Les temps d'intervention et de séjour étaient significativement plus courts avec l'ACP, tandis que la disponibilité d'un système de cartographie 3D a conduit à une réduction significative de l'exposition aux rayons X avec ARF. Les taux de complications globales étaient de 3,4 % (n = 6) avec l'ACP, 8,6 % (n = 30) avec CRYO et 5,5 % (n = 19) avec l'ARF (P = 0,052). L'absence de TAA estimée à 1 an selon la méthode de Kaplan-Meier était de 79,3 % avec l'ACP, 74,7 % avec CRYO et 72,4 % avec l'ARF (p : 0,24).	L'ablation par champ pulsé a contribué à réduire considérablement la durée des procédures. Les données de suivi ont montré une absence d'arythmie similaire, bien qu'un taux plus élevé de reconnexion des PV ait été documenté dans les réprocédures post-CRYO et post-ARF.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
		L'appariement par score de propension a donné 174 patients ACP, 348 patients CRYO et 348 patients ARF.	Parmi 145 procédures d'ablation répétées, le taux de reconnexion des PV était de 19,1 % après l'ACP, de 27,5 % après CRYO et de 34,8 % après l'ARF (P = 0,01).	
Hein 2024 [112]	Évaluation de l'effet du moment de la 1 ^{re} ablation par cryoballon sur la récurrence de FA dans une cohorte nationale de patients atteints de FA.	À partir des registres nationaux, tous les patients atteints de FA âgés de ≥ 18 ans qui ont subi une première ablation de FA par cryoballon au Danemark entre 2012 et 2018 ont été inclus. Les patients atteints de FA ont été stratifiés en fonction du moment de l'ablation : groupe précoce (≤ 1 an après le diagnostic de FA), groupe intermédiaire (1 à 3 ans après le diagnostic de FA) et groupe tardif (≥ 3 ans après le diagnostic de FA). À l'aide de modèles de régression de Cox ajustés, l'effet du moment sur la récurrence de FA a été examiné.	Cette étude a porté sur 1064 patients atteints de FA, dont l'âge médian était de 63 ans. La plupart des patients étaient des hommes (66 %) et souffraient de FA paroxystique (67 %). Le risque de récurrence de FA à 1 an est passé de 31 % dans le groupe précoce à 41 % et 44 % dans les groupes intermédiaire et tardif. Les rapports de risque (IC à 95 %) étaient de 1,28 (0,95, 1,74) dans le groupe intermédiaire et de 1,42 (1,09, 1,86) dans le groupe tardif par rapport au groupe précoce. Le délai continu entre le diagnostic et l'ablation semble avoir le plus grand impact sur la récurrence de FA au cours des deux premières années.	Les résultats montrent que chez les patients atteints de FA subissant l'ACB, l'ablation tardive a été associée à un taux de récurrence de FA significativement plus élevé par rapport à l'ablation précoce.
Kuniss 2024 [163]	Cette étude visait à évaluer le rapport coût-efficacité de l'ACB de première intention par rapport aux MAA de première intention du point de vue d'un organisme payeur de soins de santé allemand.	703 participants atteints de FAP non traitée et inscrits dans trois essais cliniques randomisés (Cryo-FIRST, STOP AF First et EARLY-AF) [9; 151; 286] ont été utilisés pour dériver les paramètres du modèle coût-efficacité (CEM). La structure du CEM se composait d'un arbre de décision hybride et d'un modèle de Markov. L'arbre de décision (horizon temporel d'un an) a informé l'allocation initiale de l'état de santé dans le premier cycle du modèle de Markov (horizon temporel de 40 ans; durée du cycle de trois mois). Les bénéfices pour la santé ont été exprimés en années de vie ajustées en fonction de la qualité de vie (QALY). Les données sur les coûts proviennent de groupes allemands de diagnostic et de l'Institut pour le système de rémunération hospitalière (InEK).	L'ACB s'est avérée rentable, coûtant environ 200 € par patient, tout en offrant une augmentation des QALY (environ 0,18) sur toute la durée de vie. Le rapport coût-efficacité différentiel moyen est d'environ 1000 € par QALY gagnée. Les individus devaient recevoir environ 1,2 ablation au cours de leur vie, quel que soit le traitement initial. Cependant, les personnes initialement traitées par cryoablation par rapport aux MAA subissent 0,9 réablation de moins et une réduction de 45 % du temps passé dans des états de FA.	Le contrôle initial du rythme par l'ACB dans la FAP symptomatique est une option de traitement rentable dans le contexte des soins de santé allemands.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
		Les coûts et les bénéfices ont été actualisés à 3 % par an.		
Lemoine 2024 [167]	Comparaison des résultats des procédures d'ablation répétées après une première ablation en champ pulsé (ACP) aux résultats des procédures d'ablation répétées après une première IVP basée sur l'ACB. Étude TRUST, NCT 05521451.	Étude de cohorte clinique prospective monocentrique de tous les patients consécutifs subissant une ablation répétée après une période de 3 mois suivant une ACP ou une ACB pour FA. 550 patients. Toutes les procédures répétées ont été soigneusement et manuellement examinées par deux électrophysiologistes. L'examen comprenait une évaluation des rapports d'intervention, des enregistrements et des boucles de fluoroscopie stockées. Les ablations répétées chez les patients présentant des récurrences d'AA symptomatiques ont été analysées.	Au total, 22/191 (12 %) patients après une ACP indexée-IVP et 44/359 (12 %) après une ACB-IVP ont subi une ablation répétée. La reconduction d'une VP a été détectée par cathéter spiralé multipolaire de cartographie au niveau de chaque VP avec une évaluation minutieuse des potentiels VP et par cartographie 3D chez 16/22 patients (73 %) après une ACP-IVP et chez 33/44 (75 %) après une ACB-IVP (P = 1000). Sur 82 VP initialement isolées après une ACP-IVP, 31 (38 %) étaient reproductibles; sur 169 VP isolées après une ACB-IVP, 63 (37 %) étaient reproductibles (P = 0,936). Une tachycardie atriale clinique est survenue de manière similaire chez les patients après l'ACP (5/22; 23 %) et l'ACB (7/44; 16 %; P = 0,515). Les lignes de toit ont été définies plus souvent après l'ACP (8/22; 36 %) par rapport à l'ACB-IVP (5/44; 11 %; P = 0,023). La durée de l'intervention répétée (ACP : 87 [76, 123] min; ACB : 93 [75, 128] min; P = 0,446) était similaire et le temps de fluoroscopie (ACP : 11 [9, 14] min; ACB : 11 [8, 14] min; P = 0,739) était égal entre les groupes lors de l'ablation répétée.	Bien que l'IVP basée sur l'ACP pentaspline ait été introduite il y a moins de 3 ans, les résultats ont montré des taux de reconnexion équivalents au système ACB, qui a été introduit il y a plus de 15 ans et a reçu plusieurs mises à jour sur la conception du cathéter. Les auteurs soulignent que d'autres études sont nécessaires pour comprendre si davantage d'applications PF peuvent réduire davantage les reconnexions sans soulever de problèmes de sécurité.
Moss 2024 [203]	Évaluation de la rentabilité d'un nouveau protocole simplifié d'ACB pour FA (AVATAR) par rapport à une thérapie optimisée aux MAA et à un protocole d'ACB conventionnel, du point de vue du National Health Service (NHS) britannique.	Il s'agit de la première évaluation économique, qui reflète le véritable parcours clinique, d'un protocole simplifié basé sur la cryoablation par rapport à un protocole optimisé basé sur les MAA. Les données de l'étude AVATAR ont été évaluées pour déterminer la rentabilité des trois protocoles dans un processus en deux étapes. Une analyse statistique des résultats d'efficacité clinique a été réalisée en considérant soit une comparaison à trois facteurs (AVATAR vs ablation conventionnelle vs MAA), soit une comparaison à deux facteurs (données groupées du protocole ACB vs MAA).	Aucune différence significative n'a été constatée entre les protocoles d'ablation pour les résultats cliniques utilisés dans le modèle. Les résultats d'une analyse des coûts intra-essai montrent qu'AVATAR est économique (1279 £ par patient) par rapport au protocole d'ablation conventionnel. Par rapport aux MAA, AVATAR (efficacité combinée des protocoles d'ablation conventionnels et AVATAR) s'est avéré plus coûteux, tout en offrant de meilleurs avantages cliniques. Sur un horizon temporel de vie, le rapport coût-efficacité différentiel d'AVATAR a été estimé à 21 046 £ par année de vie ajustée sur la qualité gagnée (intervalle de crédibilité à 95 % - 7086 £-71 718 £).	Les résultats ont montré que l'évaluation économique du protocole simplifié AVATAR par rapport au traitement optimisé aux MAA est semblable à celle des évaluations publiées précédemment du protocole d'ablation conventionnel par rapport aux MAA et souligne la rentabilité de ce protocole simplifié par rapport au protocole d'ablation conventionnel et au traitement par MAA dans le cadre des soins de santé du NHS britannique.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
		Les modèles ont évalué la rentabilité des protocoles. Les coûts et certaines des données cliniques des modèles ont été dérivés de l'analyse des coûts intra-essai et de la littérature publiée. Les autres données ont été dérivées d'experts cliniques.		
Reddy 2024 [235]	Détermination de l'impact de la charge d'AA post-ablation sur les résultats et de l'impact de la modalité d'ablation sur la charge d'AA. Essai ADVENT⁷⁸ (ACP) : NCT04612244.	ECR multicentrique, prospective, en simple aveugle. Des patients avec FAP symptomatique réfractaire aux MAA ont subi une ACP ou une ablation thermique (ARF ou ACB). Suivi : Les enregistrements du moniteur d'ECG transtéléphonique post-ablation ont été collectés chaque semaine. Des Holter de 72 heures ont été effectués à 6 et 12 mois. Charge d'AA : elle a été calculée à partir du pourcentage d'AA sur les Holter et les moniteurs d'ECG. Des évaluations de la qualité de vie ont été effectuées au départ et à 12 mois.	593 patients randomisés (299 ACP, 294 thermiques). En utilisant des données ACP/thermiques agrégées, une charge d'AA supérieure à 0,1 % était associée à une qualité de vie significativement réduite et à une augmentation des procédures cliniques : répétition de l'ablation, cardioversion et hospitalisation. Il y avait plus de patients avec une charge AA résiduelle < 0,1 % avec ACP qu'avec l'ablation thermique (OR : 1,5; IC à 95 % : 1,0-2,3; P = 0,04). L'évaluation des résultats en fonction des données démographiques initiales a révélé que : • Les patients ayant déjà eu des échecs de MAA de classe I/III avaient une charge AA résiduelle moins faible après ACP qu'après ablation thermique (OR : 2,5; IC à 95 % : 1,4-4,3; P = 0,002). • Les patients recevant uniquement des MAA de classe II/IV avant l'ablation n'avaient aucune différence dans la charge AA entre les groupes d'ablation.	Les résultats de l'étude ADVENT ont montré qu'en comparaison à l'ablation thermique, l'ACP a plus souvent entraîné une charge AA inférieure au seuil cliniquement significatif de charge de 0,1 %. Les auteurs ajoutent que de futures études comparatives devraient intégrer la charge AA dans le critère d'efficacité principal.
Sgarito 2024 [256]	Évaluation des répercussions sanitaires et économiques d'une adoption systématique de la sortie le jour même après une ablation de la FA par cryoballon.	Patients consécutifs atteints de FA symptomatique et réfractaire aux MAA. Première ablation de la FA avec sortie le même jour. Période : septembre 2020 – septembre 2022.	118/324 patients ont été considérés admissibles pour la sortie le même jour. 52 patients ont accepté la voie et ont été inclus dans cette étude. L'analyse a montré que la variation de la consommation de ressources associée à la cryoablation avec sortie le même jour est égale à 739,85 €/patient.	Les auteurs ont conclu que l'efficacité clinique et la durabilité économique de l'intervention sont garanties même dans le cadre d'un schéma de l'ACB en milieu hospitalier et mettent en évidence les avantages pour l'hôpital, tels que la réduction des coûts de gestion des

⁷⁸ Randomized Controlled Trial for Pulsed Field Ablation versus Standard of Care Ablation for Paroxysmal Atrial Fibrillation.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
			L'analyse a montré que le principal facteur de coût de l'hospitalisation ordinaire était représenté par le séjour à l'hôpital, qui a été calculé à 36 % du coût total. Au total, il y a eu une réduction des coûts de 38,472 € grâce à la gestion optimisée des patients atteints de FA du cadre de récupération standard/sortie le jour même.	patients et le raccourcissement de la durée du séjour.
Van de Kar 2024 [288]	Évaluation comparative de la sécurité et de l'efficacité de l'ACB et de l'ACP chez des patients subissant leur première intervention d'IVP pour le traitement de la FA.	Étude observationnelle rétrospective réalisée à partir des données réelles de patients ayant subi une VIP par ACB ou ACP. Critère principal : complications procédurales (PNP) : tamponnade cardiaque, complications thromboemboliques, complications hémorragiques, mortalité. Critères secondaires : durée de l'intervention, durée de l'hospitalisation, taux de réablation dans les 6 mois.	1714 procédures ont été analysées : 1241 dans le groupe cryoballon et 473 dans le groupe ACP. La répartition des sexes ($P = 0,03$) et le taux de filtration glomérulaire estimé ($p = 0,01$) différaient significativement. Critère principal : l'ACB a démontré une incidence plus élevée de PNP par rapport au groupe ACP (15 contre 0; $P = 0,02$). La durée de l'intervention était plus courte dans le groupe ACP, même après ajustement des caractéristiques initiales (95,0 contre 74,0 min; $P < 0,001$). Après ajustement des caractéristiques initiales, la durée d'admission différait également entre les groupes ($P = 0,04$).	Les résultats de l'étude ont confirmé la sécurité et l'efficacité de l'ACP par rapport à l'ACB dans le traitement de la FA, soulignant des avantages tels qu'une durée d'intervention plus courte et l'absence de paralysie du nerf phrénique.
Wollner 2024 [310]	Évaluation de l'efficacité de l'IPV réalisée avec l'ACB par rapport à l'ARF chez des patients atteints de FA persistante sur une période de 3 ans. Étude NO-PERSAF.	101 patients ($63,2 \pm 8,6$ ans, 80 hommes, 21 femmes) atteints de FA persistante (77 FA persistante, 24 FA persistante de longue durée) adressés à l'IVP ont été randomisés (1:1) en ACB ou ARF et suivis pendant 12 mois. Tous les patients participant à l'étude NO-PERSAF ont été invités à une évaluation ambulatoire prolongée avec ECG à 12 dérivations et Holter de 7 jours. Le critère d'évaluation principal : TAA récurrente documentée durant plus de 30 s pendant 3 ans après l'intervention d'ablation d'index (après une période de blanking de 3 mois). Les courbes de survie sans TAA ont été estimées par la méthode de Kaplan-Meier et analysées par le test du log-rank.	Un patient est passé du groupe ACB au groupe ARF en raison d'un problème d'équipement pendant l'intervention d'ablation d'index. 99 des 101 patients initiaux ont répondu (1 est décédé de maladies non cardiovasculaires, 1 a perdu la vie). L'absence de TAA a été obtenue chez 51 (50,5 %) des 101 patients, dont 28 (54,9 %) sur 51 patients du groupe ACB et 23 (46,0 %) sur 50 patients du groupe RFA (figure 1). Aucune différence de récurrence d'ATA n'a été constatée entre les deux groupes ($P = 0,327$). Il y avait significativement ($P = 0,031$) moins de flutter auriculaire dans le groupe ACB (7,8 %; 4 atypiques) par rapport au groupe RFA (22 %; 10 atypiques, 1 typique). 28 patients ont subi des ablations répétées par ARF pendant la période de suivi, 15 dans le groupe ACB et 13 dans le groupe ARF (1 deux fois). L'absence d'ATA après ablations multiples a été obtenue chez 74 (73,3 %) des 101 patients, 40 (78,4 %) des 51 patients du groupe ACB et 34 (68,0 %) des 50 patients du groupe RFA.	Les résultats montrent que l'ACB offre des résultats semblables à l'ARF en matière d'absence de TAA sur un suivi à long terme de 3 ans. Cependant, l'incidence du flutter auriculaire était significativement plus faible dans le groupe ACB.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
			Aucune différence de récurrence d'ATA n'a été constatée entre les deux groupes (P = 0,178, figure 2) après ablations multiples par ARF pour FA et flutter auriculaire. Il est à noter que 2 patients du groupe ACB et aucun du groupe ARF ont bénéficié d'une ablation du ganglion auriculoventriculaire après l'implantation d'un stimulateur cardiaque permanent.	

Tableau 16 – Revues systématiques et méta-analyses sur les traitements de la fibrillation auriculaire

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
Fortuni 2020 [87]	Évaluation comparative de l'efficacité et de la sécurité de l'ACB par rapport à la RF comme première intervention d'ablation pour la FA.	Méta-analyse. Bases de données électroniques. Principal critère d'efficacité : récurrence de FA. Critères d'innocuité : épanchement péricardique, tamponnade cardiaque, paralysie du nerf phrénique, complications vasculaires et saignements majeurs.	14 ER : 2 depuis 2029 [26; 92] et 34 études observationnelles : 6 depuis 2019 [117; 118; 122; 270; 277; 308]. Au total 7951 patients ont subi une ACB, tandis que 9641 ont reçu une ARF. Le suivi moyen était de 14 ± 7 mois. L'ACB a réduit l'incidence de récurrence de FA par rapport à l'ablation par RF (risque relatif [RR] 0,86; intervalle de confiance [IC] à 95 % 0,78 à 0,94; P = 0,001) dans les différentes conceptions d'étude et types de FA. L'ACB a eu un taux significativement plus élevé de paralysie du nerf phrénique, alors qu'elle était liée à une incidence plus faible d'épanchement péricardique, de tamponnade cardiaque (RR 0,58; IC à 95 % 0,38 à 0,88; P = 0,011) et de complications vasculaires (RR 0,61; IC à 95 % 0,48 à 0,77; P < 0,001) par rapport à l'ARF. Pas de différence significative dans les saignements majeurs entre les 2 stratégies. L'ACB a eu une durée d'intervention plus courte par rapport à la RF (différence moyenne -20,76 minutes; P < 0,001).	Compte tenu de son profil d'efficacité et de sécurité ainsi que de la courte durée de l'intervention, l'ACB représente l'option préférable pour la première intervention d'ablation de la FA.
Gupta 2020 [98]	Évaluation de l'efficacité comparative de l'ARF avec l'indice d'ablation par rapport à d'autres dispositifs	Méta-analyse en réseau hiérarchique bayésienne. ECR et non-ECR comparatives prospectives.	12 études évaluant 5 dispositifs d'ablation par cathéter différents ont été incluses. Une seule étude publiée depuis 2019 [66]. L'ARF avec indice d'ablation était associée à une probabilité statistiquement et significativement plus élevée de survie	Les résultats montrent que l'ARF avec indice d'ablation est supérieure aux options actuellement disponibles pour

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
	d'AC dans le traitement de la FA.	Bases de données électroniques standards. Critère : absence d'AA pendant 12 mois après une seule intervention d'ablation. Les études ont été regroupées en qualité élevée, faible et incertaine en fonction de la conception.	sans AA après 12 mois que l'Arctic Front (risque relatif : 1,77; 95 % CrI : 1,21-2,87), l'Arctic Front Advance™ (1,41; 1,06-2,47), le THERMOCOOL™ (1,34; 1,17-1,48) et le THERMOCOOL SMARTTOUCH™ (1,09; 1-1,3). Les résultats étaient solides dans de multiples analyses de sensibilité.	une survie sans AA après 12 mois d'ablation de la FA.
Kukendrarajah 2020 [162]	Évaluation comparative de toutes les technologies d'AC dans FA à l'aide de données d'essais contrôlés randomisés.	Méta-analyse conventionnelle et d'une combinaison de comparaisons indirectes et directes via une méta-analyse en réseau (NMA). ECR des cathéters à ballonnet cryogénique, à radiofréquence (RF) conventionnelle, à RF multipolaire et à technologie laser. Bases de données : EMBASE, MEDLINE et CENTRAL. Critères de comparaison : absence de FA, durée de l'intervention et durée de la fluoroscopie.	12 études, aucune étude incluse publiée après 2019. L'absence de FA, les comparaisons directes et la NMA n'ont pas démontré de différence significative. L'analyse conventionnelle et la NMA ont toutes deux révélé des temps d'intervention significativement plus courts, RF vs PVAC (conventionnel : 61,99 [38,03-85,94], $P < 0,00001$; NMA : 54,76 [36,64-72,88], $P < 0,0001$) et des temps de fluoroscopie, RF vs PVAC (conventionnel : 12,96 [6,40-19,53], $P = 0,0001$; NMA : 8,89 [3,27-14,51], $P < 0,01$). La durée de l'intervention était également plus courte pour le cryoballon avec NMA, RF par rapport au CRYO (20,56 [3,47-37,65], $P = 0,02$).	Les résultats n'ont montré aucune différence dans l'efficacité des technologies de cathéter individuelles. Il existe des différences significatives dans la durée de l'intervention pour le PVAC et le cryoballon. D'autres ECR sur les technologies de nouvelle génération devraient être examinées.
Liu 2020 [176]	Évaluation comparative de l'ACB par rapport à l'ARF dans la FA persistante.	Méta-analyse. Bases de données : PubMed, EMBASE et Cochrane Library.	7 études portant sur 934 patients ont été analysées. Aucune étude depuis 2019. Aucune différence entre les groupes en matière d'absence d'AA ([RR], 1,04; IC à 95 %, 0,93-1,15; $P = 0,52$; $I^2 = 0$ %), de complications procédurales (RR, 0,91; IC à 95 %, 0,52-1,59; $P = 0,74$; $I^2 = 0$ %), de récurrence de fibrillation auriculaire ou de tachycardie auriculaire pendant la période de blanking (RR, 0,73; IC à 95 %, 0,50-1,06; $P = 0,1$; $I^2 = 9$ %), d'ablation répétée (RR, 0,74; IC à 95 %, 0,45-1,21; $P = 0,23$; $I^2 = 62$ %), et de complications vasculaires (RR, 0,98; IC à 95 %, 0,42-2,27; $P = 0,97$; $I^2 = 0$ %). L'ACB a augmenté l'incidence de conversion en rythme sinusal pendant l'ablation (RR, 1,69; IC à 95 %, 1,01-2,83; $P = 0,046$; $I^2 = 0$ %) et de paralysie du nerf phrénique (PNP; RR, 3,05; IC à 95 %, 0,95-9,8; $P = 0,06$; $I^2 = 0$ %), tandis que l'ARF a augmenté le risque de tamponnade cardiaque (RR, 0,27; IC à 95 %, 0,06-1,25; $P = 0,09$; $I^2 = 0$ %).	L'ACB constitue une technique de rechange pour l'ablation de la FA persistante. Elle pourrait réduire le risque d'ablation répétée et de tamponnade cardiaque, mais augmenter le risque de PNP.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
			Les sous-analyses ont révélé une incidence plus faible d'AA récurrente et d'ablation répétée pendant l'ACA sans ARF de retouche dans l'isolation des veines pulmonaires.	
Ravi 2020 [228]	Évaluation comparative de l'ACB de deuxième génération (ACB-2G) par rapport à l'ARF-force de contact (ARF-CF) chez les patients atteints de FA.	Méta-analyse. Période : jusqu'au 01/03/2020. Études comparant ACB-2G et RFA-CF chez des patients subissant une ablation initiale par cathéter pour FA. Bases de données : MEDLINE, Cochrane et ClinicalTrials.gov.	17 études incluant 11 793 patients. 13 études publiées depuis 2019 [7; 42; 43; 55; 87; 98; 114; 117; 127; 201; 223; 270; 286]. Aucune différence n'a été observée entre les 2 groupes en ce qui concerne l'absence AA (P = 0,67) et le nombre total de complications liées à l'intervention (P = 0,65). L'incidence de paralysie du nerf phrénique était plus élevée dans l'étude ACB-2G (rapport de cotes : 10,7; intervalle de confiance [IC] à 95 % : 5,85 à 19,55; P < 0,001). La durée de l'intervention était plus courte (différence moyenne : -31,32 min; IC à 95 % : -40,73 à -21,92; P < 0,001). La durée de la fluoroscopie était plus longue (+3,21 min; IC à 95 % : 1,09 à 5,33; P = 0,003) dans l'étude ACB-2G par rapport à l'étude ARF-CF. Dans les analyses de sous-groupes de patients présentant une FA persistante et > 1 lésion de congélation délivrée par veine, il n'y avait aucune différence quant à l'absence d'AA.	Chez les patients atteints de FA ayant subi une ablation initiale, la ACB-2G et la RFA-CF se sont révélées tout aussi efficaces. La durée de l'intervention était plus courte, mais l'incidence de paralysie du nerf phrénique était plus élevée dans la ACB-2G. Chez les patients atteints de FA persistante, il n'y avait aucune différence d'efficacité entre les techniques ACB-2G ou ARF-CF.
2021				
Liu 2021 [173]	Évaluation de des effets du protocole basé sur le délai d'iso-lation (TTI) dans la stratégie individualisée de traitement par CB chez les patients avec FA.	Méta-analyse. Études comparant le protocole basé sur le TTI (TTIP) et le protocole conventionnel (ConP). Bases de données : PubMed, Embase et Cochrane Library. Période : jusqu'en juin 2020. La méthode d' Egger a été utilisée pour évaluer le biais de publication et l'analyse des sous-groupes a été réalisée en fonction du type de FA.	6 études portant sur 1770 patients atteints de FA réfractaire aux médicaments ont été incluses. Une seule étude publiée depuis 2019 [69]. L'enregistrement en temps réel du potentiel veineux pulmonaire était de 71 % (IC à 95 % : 61 - 81 %, I = 97,9 %) et une incidence similaire d'absence de TA après 1 an (OR : 1,12; IC à 95 % : 0,86 - 1,46, I = 0,0 %, P = 0,481) a été observée entre les deux protocoles. Aucune différence n'a été observée dans les complications (OR : 0,67; IC à 95 % : 0,43 - 1,04, I = 0,0 %, P = 0,717) et la paralysie du nerf phrénique (OR : 0,70; IC à 95 % : 0,37 - 1,35, I = 0,0 %, P = 0,807). Le TTIP pourrait diminuer significativement le nombre de cryoablations par patient (DMS : -2,44; IC à 95 % : -4,46 à environ -0,41; I = 99,5 %, P = 0,00) et raccourcir le temps d'application de la cryothérapie (DMS : -3,04; IC à 95 % : -4,18	Le TTIP est sûr et efficace et ouvre un nouveau chapitre dans le domaine du protocole individualisé d'ACB pour les patients atteints de FA.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
			à environ -1,89; I = 97,4 %, P = 0,00), la durée de l'intervention (DMS : -1,51; IC à 95 % : -2,08 à environ -0,94; I = 95,4 %, P = 0,00) et le temps de fluorescence (DMS : -0,70; IC à 95 % : -1,25 à environ -0,15; I = 95,7 %, P = 0,00).	
Mao 2021 [185]	Évaluation comparative de l'efficacité et de la sécurité de l'ACB et des MAA dans la prise en charge initiale de la FA symptomatique.	Méta-analyse. ECR comparant l'ACB aux MAA comme traitement de première intention de la FA. Bases de données : EMBASE, PubMed et Cochrane Library. Période : jusqu'au 18 mars 2021. Le rapport de risque (RR) avec un intervalle de confiance (IC) à 95 % a été utilisé comme mesure de l'effet du traitement.	3 ECR portant sur un total de 724 patients ont été inclus dans cette méta-analyse [13; 164; 303]. États-Unis; Canada; Europe, Australie, Amérique latine. Suivi de 12 mois. La majorité des patients étaient relativement jeunes et souffraient de FAP. L'ACB a été associée à une réduction significative de la récurrence de l'arythmie atriale par rapport au traitement par DAA, avec une faible hétérogénéité (RR, 0,59; IC à 95 %, 0,49-0,71; P < 0,00001; I ² = 0 %). Différence significative dans le taux de récurrence de l'AA symptomatique (RR, 0,44; IC à 95 %, 0,29-0,65; P < 0,0001; I ² = 0 %). Le taux d'événements indésirables graves était similaire entre les deux groupes de traitement (RR : 1,18; IC à 95 % : 0,71-1,97, P = 0,53; I ² = 0 %). Une paralysie transitoire du nerf phrénique est survenue chez quatre patients après ACB.	Les résultats de la méta-analyse suggèrent que l'ACB est plus efficace que les MAA comme traitement initial chez les patients atteints de FAP symptomatique.
Vanderbeek 2021 [289]	Résume les données probantes sur l'évolution de la QoL après CRYO.	Recherche d'études cliniques rapportant les résultats de la qualité de vie après la réalisation de la cryoablation. Sources : Pubmed et Cochrane.	10/506 publications sélectionnées. Études publiées depuis 2019 ([7; 11; 13]; 22; 29; 73; 83; 115; 125; 164; 171; 186; 201; 266; 267; 272; 303). 2 études comparaient l'ACB et l'ARF (7; 11; 13). Toutes les études ont rapporté une amélioration significative de la qualité de vie entre le début de l'étude et le suivi à 12 mois, indépendamment des instruments de qualité de vie utilisés. L'ampleur de l'effet de l'ACB sur la qualité de vie était comparable entre les études et présente à la fois dans la FAP et la FA persistante. 2 études comparaient directement l'ACB et l'ARF-CA. Aucune différence entre les modalités d'ablation après 12 mois de suivi.	L'ACB dans la FA améliore significativement la qualité de vie des patients. La faible quantité de données avec comparaison directe entre les sous-groupes limite l'exploration plus approfondie. L'évaluation de la qualité de vie devrait être considérée comme un paramètre de résultat principal dans les futurs essais avec un suivi à long terme.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
			Deux études sur la FA paroxystique ont rapporté des résultats au-delà de 12 mois de suivi et l'amélioration de la qualité de vie a été maintenue jusqu'à 36 mois après l'ablation. Aucune donnée à long terme n'était disponible pour la FA persistante.	
Wang 2021 [301]	Évaluation de l'efficacité et de l'innocuité de l'ACB (CB-2) par rapport à l'ARF (CF-RF) chez les patients avec FA.	Méta-analyse. ECR sur l'utilisation du CB-2 par rapport au CF-RF chez les patients atteints de FA. Critère d'évaluation principal : récurrence de FA. Principaux critères d'évaluation secondaires : complications graves, isolation aiguë des veines pulmonaires (IPV), durée de l'intervention et temps de fluoroscopie.	5 études portant sur un total de 845 participants ont été incluses dans l'étude. 2 études ont été publiées depuis 2019 [7; 92]. 93 % des participants souffraient de FAP, 7 % de FA persistante et aucun des participants ne souffrait de FA permanente. Groupe CB-2 : 499 patients. Groupe CF-RF : 346 patients. La récurrence de FA était comparable dans le groupe CB-2 (30,3 %) et le groupe CF-RF (29,2 %) (OR = 0,93; IC à 95 % = 0,56-1,54; P = 0,79; I = 48 %). Aucune différence statistique dans l'IPV aiguë (P = 0,92; I = 0 %) et les complications graves (P = 0,87; I = 47 %) entre les deux groupes. La durée de l'intervention était plus courte dans le groupe CB-2 que dans le groupe CF-RF (DM = -13,39; IC à 95 % = -15,58, -7,19; P < 0,0001; I = 59 %).	Les résultats ont montré que l'ACB-2 et la CF-RF présentaient des récurrences comparables de FA et des incidences similaires de complications graves chez les patients atteints de FA au cours de l'ablation.
Wu 2021 [313]	Évaluation de l'efficacité et de la sécurité entre une ACB avec cryoballon de 2 ^e génération CB2 et l'ARF à force de contact CF-RF.	Méta-analyse. ECR. Bases de données : Embase, PubMed, Cochrane Library et ClinicalTrials.gov. Période : jusqu'en janvier 2021. Critère principal : absence de TA pendant le suivi. Critères secondaires : complications liées à l'intervention, durée de l'intervention, durée de la fluoroscopie.	6 ECR portant sur un total de 987 patients. 3 études publiées depuis 2019 [7; 92; 323]. Aucune différence significative n'a été constatée entre CB2 et CF-RF en ce qui concerne l'absence d'AT (risque relatif [RR] = 1,03, intervalle de confiance [IC] à 95 % 0,92-1,14, P = 0,616) ou de complications totales liées à l'intervention (RR = 1,25, IC à 95 % 0,69-2,27, P = 0,457). Le traitement par CB2 était associé à un risque significativement plus élevé de paralysie du nerf phrénique (PNP) que le CF-RF (RR = 4,93, IC à 95 % 1,12-21,73, P = 0,035). Les occurrences d'épanchement péricardique ou de tamponnade et de complications vasculaires étaient comparables entre les traitements CB2 et CF-RF (RR = 0,41, P = 0,398; RR = 0,82, P = 0,632).	Les résultats montrent que le traitement CB2 était associé à une durée d'intervention plus courte, mais à une incidence plus élevée de PNP. D'autres études à grande échelle sont nécessaires pour comparer ces deux techniques et fournir une recommandation actualisée.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
			Le traitement CB2 avait une durée d'intervention significativement plus courte que le CF-RF (différence moyenne pondérée [DMP] = -20,75 min, IC à 95 % - 25,44 - -16,05 min, $P < 0,001$), alors qu'aucune différence n'a été constatée pour la durée de fluoroscopie (DMP = 4,63 min, $P = 0,179$). Les traitements CB2 et CF-RF sont comparables chez les patients atteints de FA en ce qui concerne l'absence d'AT et de complications liées à l'intervention.	
Zhou 2021 [326]	Évaluation de l'efficacité et de la sécurité des différentes procédures d'AC.	Méta-analyse. Bases de données : Embase, PubMed, Cochrane Library et ClinicalTrials.gov. Période : jusqu'en mars 2020. Principaux critères de jugement : absence de TA et de complications liées à l'intervention. Critères de jugement secondaires : durée de l'intervention, durée de la fluoroscopie.	33 ECR totalisant 4801 patients recrutés. 5 études publiées depuis 2019 [7; 26; 92; 140; 323]. Aucune différence significative n'a été constatée entre les diverses procédures en matière d'efficacité primaire ou de critères de sécurité. Le PVAC était le plus susceptible d'avoir la durée d'intervention la plus courte (Prbest = 61,5 %), et nMARQ, la durée de fluoroscopie la plus courte (Prbest = 60,6 %); par rapport à l'ablation conventionnelle par RF irriguée (IRF), l'ablation par cryoballon (ACB) a montré une efficacité et une sécurité cliniques comparables. L'ACB avec CB2 avait un temps d'intervention significativement plus court que l'IRF avec technologie de force de contact (CF-IRF) (WMD = -20,75; $P = 0,00$).	Les auteurs notent qu'il n'existe pas suffisamment de preuves pour suggérer qu'une technique d'AC soit supérieure à une autre. Cependant, le pulmonary vein ablation catheter (PVAC) peut être associé à une durée d'intervention plus courte, et les cathéters CB2 semblent également réduire la durée de l'intervention par rapport à celle avec le CF-IRF. D'autres études à grande échelle sont nécessaires pour comparer les techniques d'AC disponibles et fournir une recommandation optimale à jour.
2022				
Assaf 2022 [15]	Évaluation comparant l'efficacité et la sécurité procédurales du système de cryoballon POLARx (Boston Scientific) par rapport à celles de l'Arctic Front Advance Pro (AFA-Pro, Medtronic).	Revue systématique et méta-analyse actualisée comparant POLARx et AFA-Pro. Bases de données : Embase, MEDLINE, Web of Science, Cochrane et Google Scholar. Période : jusqu'au 12/01/2022 pour trouver des études comparant POLARx et AFA-Pro chez des patients subissant une IVP pour FA.	8 études portant sur 1146 patients de 11 centres européens [58; 96; 145; 149; 197; 202; 275; 318]. (POLARx: $n = 317$; AFA-Pro: $n = 819$). Aucune différence n'a été observée en matière d'isolation aiguë des VP, de durée de l'intervention, de durée de la fluoroscopie, de durée de l'ablation, de température minimale de l'œsophage et de risque de paralysie du nerf phrénique ou d'événements thromboemboliques. Les températures nadirales du ballonnet étaient plus basses pour POLARx dans tous les VP. Comparé à AFA-Pro,	Les résultats rapportés pour EPOLARx et AFA-Pro sont similaires. Le taux d'enregistrement de TTI dans les veines pulmonaires inférieures avec POLARx était plus élevé. Cette méta-analyse fournit de nouvelles données de sécurité sur la température œsopha-

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
			POLARx présentait un taux plus élevé de première isolation par congélation dans la veine pulmonaire inférieure gauche (VPL) (rapport de cotes [RC] : 2,60; intervalle de confiance [IC] à 95 % : 1,06 à 6,43; P = 0,04), une probabilité plus élevée d'enregistrement du délai d'isolation (TTI) dans la VPL (RC : 2,91; IC à 95 % : 1,54 à 5,49; P = 0,001) et la veine pulmonaire inférieure droite (RC : 3,23; IC à 95 % : 1,35 à 7,74; P = 0,008). En revanche, le TTI dans la VPL était plus long avec POLARx qu'avec AFA-Pro (différence moyenne : 7,61 s; IC à 95 % 2,43 à 12,8 s; P = 0,004).	gienne et les événements thromboemboliques.
Elsayed 2021 [80]	Évaluation de la sécurité et de l'efficacité de l'ACB par rapport à l'ARF et aux MAA comme traitement de première intention de la FAP.	Méta-analyse bayésienne à effets aléatoires. ECR comparant la cryoablation, l'ARF ou les MAA comme traitements de première intention pour la fibrillation auriculaire (FA). Sources : bases de données MEDLINE, Embase, Scopus et CENTRAL. Critère d'évaluation principal : absence globale de récurrence d'arythmie (FA, flutter auriculaire [LFA], tachycardie auriculaire). Critères d'évaluation secondaires : absence de récurrence d'arythmie symptomatique, d'hospitalisation et d'événements indésirables graves.	6 ECR (N = 1212) (605 MAA, 365 cryoablation et 245 ARF). 3 études publiées depuis 2019 [13; 164; 303]. Comparativement aux MAA, la récurrence globale a été réduite avec la RFA (OR : 0,31; 95 % CrI : 0,10-0,71) et la cryoablation (OR : 0,39; 95 % CrI : 0,16-1,00). Absence de récurrence symptomatique de FA : ni la cryoablation (OR : 0,35; 95 % CrI : 0,06-1,96) ni l'ARF (OR : 0,34; 95 % CrI : 0,07-1,27) n'ont entraîné de réductions statistiquement significatives individuellement par rapport aux MAA, bien que l'ablation groupée avec les deux technologies ait montré des risques plus faibles de récurrence d'arythmie (OR : 0,35; 95 % CrI : 0,13-0,79). Taux d'événements indésirables graves : ni la cryoablation (OR : 0,77; 95 % CrI : 0,44-1,39) ni l'ARF (OR : 1,45; 95 % CrI : 0,67-3,23) n'étaient significativement différentes des MAA. L'ARF a entraîné une réduction statistiquement significative des hospitalisations par rapport aux MAA (OR : 0,08; 95 % CrI : 0,01-0,99), alors que la cryoablation n'a pas eu d'effet (OR : 0,77; 95 % CrI : 0,44-1,39). La surface sous la courbe de classement cumulé a montré que l'ARF était le traitement le plus efficace pour réduire les taux globaux de récurrence, de récurrence symptomatique et d'hospitalisations, alors que la cryoablation était la plus susceptible de réduire les événements indésirables graves.	Les résultats montrent que l'ACB et l'ARF sont deux thérapies de première intention efficaces et sûres pour la FA par rapport aux MAA. L'ARF est la plus efficace pour réduire les récurrences.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
Farskowski 2022 [85]	Évaluation comparative de l'efficacité et de la sécurité de l'ACB dans la FA réalisée à l'aide d'une stratégie de congélation unique par rapport à une stratégie de congélation double empirique (« bonus »).	Revue systématique et méta-analyse. Études prospectives et rétrospectives de patients subissant une ablation par cryoballon pour FA paroxystique ou persistante comparant une stratégie de congélation simple ou « bonus ». Bases de données : MEDLINE, EMBASE et CENTRAL. Période : jusqu'au 12 juillet 2020. Principal critère d'évaluation : survie sans AA et suivi d'au moins 12 mois. Principal critère sur la sécurité : composite de toutes les complications. Qualité des études : évaluation à l'aide de l'outil de risque de biais Cochrane et de l'échelle Newcastle-Ottawa. Numéro d'enregistrement PROSPERO : CRD42020158696.	13 études, soit 3 ECR et 10 études observationnelles, dont 4 publiées depuis 2019 [53; 151; 195; 322]. 3163 patients (64 % d'hommes, 71,5 % de FA paroxystique, score CHA2DS2-VASc moyen de $1,3 \pm 0,9$). Aucune différence significative n'a été observée en matière d'efficacité globale entre la stratégie de congélation simple et la stratégie de double congélation (risque relatif [RR] de 1,03; intervalle de confiance [IC] à 95 % : 0,98-1,07; $I^2 = 0\%$). Les procédures de congélation simple étaient associées à un taux d'événements indésirables significativement plus faible (RR 0,72; IC à 95 % : 0,53-0,98; $I^2 = 0\%$) et à une durée moyenne d'intervention plus courte (90 ± 27 min contre 121 ± 36 min, $P < 0,001$). Une tendance à un risque plus faible de paralysie persistante du nerf phrénique a été observée (RR 0,61; IC à 95 % : 0,37-1,01; $I^2 = 0\%$). La qualité des études incluses était modérée/bonne, sans preuve de biais de publication significatif.	Les résultats montrent que la stratégie de l'ACB avec la congélation simple pour la FA est aussi efficace qu'une stratégie de congélation double empirique (« bonus »), tout en semblant plus sûre et probablement plus rapide.
Hayashi 2022 [106]	Évaluation de l'efficacité et de l'innocuité de l'ACB en association en fonction de l'anatomie de l'oreillette gauche et de la VP sur la base d'une tomodensitométrie (TDM) préprocédurale pour obtenir des informations sur les traitements appropriés pour les patients atteints de FA à l'aide du cryoballon.	Recherche systématique. Bases de données bibliographiques : PubMed, Web of Science et Cochrane Library. Période : jusqu'en février 2021. Taux de réussite de l'intervention, taux de récurrence de la FA et complications.	16 études sur 243 articles sélectionnés. 6 études publiées depuis 2019 [55; 182; 189; 205 ;272; 285]. 1396 patients ont été inclus. 3, 5 et 8 études pour le succès aigu, la récurrence de FA et les complications, respectivement. Le succès aigu et les récurrences de FA : une largeur plus fine de la crête latérale gauche, une ovalisation plus élevée des VP, une distance ostium-bifurcation des VP, une distance plus courte de la cuspide non coronaire aux VP inférieures, un angle plus faible des VP droites par rapport au septum auriculaire et une VP supérieure droite (RSPV) plus grande étaient associés à de mauvais résultats. En ce qui concerne les complications, une distance plus courte entre l'ostium RSPV et le nerf phrénique droit, un angle RSPV-oreillette gauche plus grand, une zone RSPV plus grande et une largeur de carène droite plus petite étaient associés à des incidences de lésion du nerf phrénique.	Les résultats ont montré que plusieurs caractéristiques anatomiques clés des veines pulmonaires pouvaient affecter le succès aigu, la récurrence de FA et les complications chez les patients atteints de FA utilisant l'ACB. L'analyse TDM a permis de décrire les avantages et les limites anatomiques de l'ACB.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
Liu 2022 [175]	Évaluation de l'impact de l'IVP avec l'AC pour la PerAF.	Méta-analyse. Études comparant les résultats de l'ablation PerAF avec et sans isolation adjuvante de la paroi postérieure PWI. Bases de données : PubMed, EMBASE et Cochrane Library ont été consultées. Résultats d'efficacité : récurrence de l'AA, de la FA et de la TA. Résultats de sécurité : événements indésirables,	8 études portant sur 1428 patients ont été incluses dans les analyses groupées. 3 études pertinentes publiées depuis 2019 sont incluses [27; 65; 157]. Les résultats ont montré que le PWI réduisait significativement la récurrence de l'AA (RR = 0,69, IC à 95 % = 0,55-0,87, P = 0,002, I = 63 %) et de la FA (RR = 0,57, IC à 95 % = 0,40-0,80, P = 0,001, I = 70 %). La récurrence de la TA (RR = 0,92, IC à 95 % = 0,67-1,27, P = 0,63, I = 42 %) et les événements indésirables (RR = 1,11, IC à 95 % = 0,67-1,84, P = 0,70, I = 0 %) étaient comparables entre les deux groupes. Dans les sous-analyses, l'efficacité du PWI dans la réduction de la récurrence d'AA était constante chez les patients ayant subi une cryoablation ou une ablation de réduction tumorale.	L'IPP a effectivement diminué la récurrence d'AA après l'ablation de PerAF, sans augmenter le risque de TA ou de complications liées à l'intervention. Cependant, d'autres études randomisées sont nécessaires pour confirmer ces résultats.
Leung 2022 [168]	Comparaison des résultats de 4 études randomisées sur l'efficacité et l'innocuité des ACB par rapport à d'autres traitements de la FAP.	Études : STOP AF First [303]; EARLY AF [13]; Cryo-FIRST [164] et EAST-AFNET 4 [143].	Autres études incluses [13; 115; 118; 143; 151; 249; 303]. Les résultats de STOP AF First, EARLY AF et Cryo-FIRST concordent avec la conclusion centrale d'EAST-AFNET 4. Un contrôle précoce et efficace du rythme conduit à de meilleurs résultats pour les patients [131]. Les résultats de l'étude EAST complètent les conclusions des 3 études de 1^{re} intention sur les cryoballons.	Le niveau de preuve fourni par les études récentes appuie fortement le traitement par ACB par rapport à la thérapie par MAA, de manière plus convaincante, par rapport aux études plus anciennes d'ARF de première intention [49; 184; 288]. Le groupe de FA persistante plus hétérogène devra également être examiné dans de futures études randomisées de grande envergure. Andrade et collaborateurs ont eux aussi publié une analyse similaire, qui conclut que ces résultats sont pertinents pour les patients, les prestataires de soins et les systèmes de santé, car ils aident à éclairer le choix initial du traitement de contrôle du rythme chez les patients atteints de FA naïve de traitement [4].

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
Tsiachris 2022 [280]	Évaluation de l'efficacité et de la sécurité d'une stratégie d'ACB basée sur le temps d'isolation (TTI) ⁷⁹ dans le traitement de la FA.	Méta-analyse. ECR et études observationnelles avec un groupe témoin. Bases de données électroniques : MEDLINE, Cochrane Central Register of Controlled Trials et Embase. L'intervention évaluée était une stratégie basée sur le TTI de l'ACB dans le traitement de la FA. Groupe témoin : protocole conventionnel de l'ACB. Critère d'évaluation principal : absence d'arythmie auriculaire.	9 études ont été jugées admissibles (n = 2289 patients). Deux études publiées depuis 2019 [53; 69]. 8 études ont rapporté une absence d'AA et les résultats regroupés ont montré un taux de réussite légèrement similaire entre les deux protocoles (rapport de cotes [RC] : 1,24; intervalle de confiance [IC] à 95 % : 0,98-1,56). Une analyse de sous-groupe prédéfinie a vérifié qu'une stratégie TTI à dose élevée (avec une durée de l'ACB post-TTI > 120 s) par rapport au protocole conventionnel pouvait augmenter significativement le nombre de patients sans arythmie atriale pendant le suivi (RC : 1,39; IC à 95 % : 1,05-1,83). La stratégie TTI pouvait également réduire significativement la durée totale de l'intervention (DMS : -26,24 min; IC à 95 % : -36,90 à -15,57) et l'incidence de la PNP (RC : 0,49; IC à 95 % : 0,29-0,84).	Les données suggèrent qu'une stratégie de dosage individualisée d'ACB basée sur le TTI et une durée prolongée (> 2 min après le TTI) s'accompagne de moins de récidives après l'ablation de la FA.
Trippoli 2022 [279]	Comparaison des résultats d'une méta-analyse sur le délai de récurrence après traitement de la FA avec ceux générés par la méthode Shiny ⁸⁰ .	Méta-analyse en réseau. ECR comparant l'ACB par voie sous-cutanée à la thérapie médicale, l'ARF à la thérapie médicale ou l'ACB chez des patients non traités auparavant. Sources : PubMed/Medline. Publications incluses : étaient admissibles. Les études présentant une courbe de Kaplan-Meier pour présenter le critère d'évaluation mentionné ci-dessus ont été incluses. Les données reconstituées par l'application de la méthode Shiny. Analyses par des tests statistiques standards basés sur le rapport de risque (HR) pour le risque de récurrence et les médianes du temps jusqu'à la récurrence.	3 études publiées depuis 2019 [13; 164; 303]. Les informations de ces études ont été regroupées en fonction des trois traitements. (ACB : trois études, n = 365; ARF : deux études, n = 99; MAA : 5 études, n = 457). L'ACB a montré une efficacité supérieure à la thérapie médicale (HR, 0,51; intervalle de confiance (IC) à 95 % : 0,38 à 0,67). En comparaison avec les MAA, l'ARF a montré une tendance numérique qui restait loin de la signification statistique (HR, 0,89; IC à 95 % : 0,62 à 1,27). Les médianes du délai avant récurrence étaient de 14,1 mois (IC à 95 % : 10,0 à non atteint) pour l'ARF et de 11,5 mois (IC à 95 % : 9,3 à 25,3) pour le traitement médical. Ce paramètre n'a pas été atteint pour l'ACB. Les données actuelles issues de 5 ECR suggèrent que l'ACB se classe au premier rang en matière d'efficacité, suivie de l'ARF et du traitement médical.	Les résultats montrent que la méthode Shiny a confirmé sa capacité à prendre en compte la durée du suivi dans les essais individuels, tandis que l'approche méta-analytique a confirmé sa capacité à prendre en compte les effets des randomisations effectuées dans les études.

⁸⁰ Utilisation des informations issues des études cliniques (méthode Shiny) qui repose sur une méthode d'intelligence artificielle (IA) et qui reconstruit les données individuelles des patients à partir de courbes de Kaplan-Meier publiées.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
Vrachatis 2022 [297]	Analyse de l'association entre la récurrence précoce et tardive d'arythmie après une ACB pour une FA.	Revue. Études évaluant les taux de récurrence d'arythmie précoce et tardive chez les patients subissant une ACB pour FA. Base de données : MEDLINE, Clinical Trials.gov, medRxiv et Cochrane Library. Les données ont été regroupées par méta-analyse à l'aide d'un modèle à effets aléatoires. Critère d'évaluation principal : récurrence d'arythmie tardive.	27 études admissibles. 8 études publiées depuis 2019 [23; 31; 38; 174; 177; 277; 286; 316]. La récurrence précoce d'arythmie s'est avérée prédictive d'une diminution de la survie sans arythmie après l'évaluation de 3975 patients atteints de FAP ou persistante ayant subi une cryoablation ([RC] : 5,31; [IC] à 95 % : 3,75-7,51). Ce schéma est resté inchangé après une sous-analyse du type de FAP (RC : 7,16; IC à 95 % : 4,40-11,65 et persistante; RC : 7,63; IC à 95 % : 3,62-16,07) ainsi que de la génération du cathéter de cryoablation (première génération; RC : 5,15, IC à 95 % : 2,39-11,11; et génération avancée RC : 5,83, IC à 95 % : 3,68-9,23). Les études permettant l'utilisation de MAA pendant la période de blanking ou examinant la récurrence précoce comme critère secondaire ont été une importante source d'hétérogénéité statistique.	Les résultats suggèrent que la récurrence précoce de l'arythmie est prédictive des résultats tardifs après l'ACB pour FA. Les auteurs ajoutent que l'identification des patients qui méritent une réintervention plus précoce est une voie de recherche ouverte.
Waranugraha 2022 [302]	Évaluation de l'ACB de deuxième génération (2G-CB) par rapport à l'ARF à détection de force de contact (CF-RF) chez les patients atteints de FAP.	Revue systématique et méta-analyse. Les articles pertinents comparant l'ablation par 2G-CB à l'ablation par RF-CF pour la FAP. Bases de données : électroniques : ClinicalTrials.gov, Cochrane, ProQuest, PubMed et ScienceDirect. Période : jusqu'au 31 janvier 2021.	12 études sur 752 articles étaient admissibles pour être incluses. 4 publiées depuis 2019 [92; 105; 116; 270 ;317]. 1419 patients : groupe 2G-CB : 734 patients; groupe CF-RF : 685 patients. 65,3 % de la population étudiée était de sexe masculin. L'âge moyen des patients était de 60,8 ±1,1 ans. La prévalence des comorbidités telles que l'hypertension, la coronaropathie, l'insuffisance cardiaque, l'apnée du sommeil, le diabète sucré et l'accident vasculaire cérébral ou l'AIT était respectivement de 45,6 %, 9,9 %, 4,0 %, 7,4 %, 9,1 % et 6,6 %. La FEVG moyenne était de 62 ± 1,3 % et la DAG moyenne de 40,0 ± 1,1 mm. Le LAVI moyen était de 40,7 ± 2,1 mL/m ² . L'absence de TA (ATA) (OR = 0,89; [IC] à 95 % = 0,68 à 1,17; P = 0,41), l'absence de FA (OR = 0,93; IC à 95 % = 0,65 à 1,35; P = 0,72) et IVP (OR = 1,17; IC à 95 % = 0,54 à 2,53; P = 0,70) entre l'ablation par 2G-CB et l'ablation par CF-RF n'étaient pas différentes. La durée de l'intervention d'ablation par 2G-CB était plus courte (DM = -18,78 min; IC à 95 % = -27,72 à -9,85 min;	Les résultats montrent qu'en matière d'absence d'ATA, de FA et de PVI aiguë, l'ablation par 2G-CB n'est pas supérieure à CF-RF dans la FAP.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
			$P < 0,01$), tandis que la durée de la fluoroscopie était similaire (DM = 2,66 min; IC à 95 % = -0,52 à 5,83 min; $P = 0,10$). Dans le groupe d'ablation par 2G-CB, la PNP était plus fréquente (OR = 5,74; IC à 95 % = 1,80 à 18,31; $P < 0,01$). En ce qui concerne l'absence d'ATA, l'absence de FA et l'IPV aiguë, ces résultats impliquent que l'ablation par 2G-CB n'est pas supérieure à l'ablation par CF-RF dans la FA paroxystique.	
2023				
He 2023 [107]	Évaluation de l'efficacité et de la sécurité de différentes stratégies de congélation de l'ACB dans le traitement de la FA.	Sources : PubMed, Cochrane Library, Web of Science et Embase. Période : au 1^{er} décembre 2022. Groupe : la technique à injection unique. Groupe : technique standard de cryoablation. Analyse et identification de déterminants potentiels de la technique à injection unique.	17 études/3407 dossiers après déduplication. 6 études prospectives et 11 études rétrospectives, incluant 4688 patients atteints de FA (2526 dans le groupe de la technique à injection unique et 2162 dans le groupe de la technique standard). 8 études publiées depuis 2019 [25; 53; 61; 151; 195; 287; 322]. Taux de libération de FA/AT comparable (RR 1,00; $P = 0,968$). Taux de complications liées à l'intervention plus faible de la technique de cryoablation en un seul coup par rapport à la technique standard (RR 0,80; $P = 0,069$) avec : • Un taux plus faible de paralysie phrénique transitoire (t-PNP) (RR 0,67; $P = 0,038$) • Un taux similaire de paralysie phrénique persistante (per-PNP) (RR 1,15; $P = 0,645$), ainsi que des paramètres d'intervention comparables Interactions potentiellement significatives entre les covariables de traitement dans les complications de l'intervention ont été trouvées dans le sous-groupe de stratégie de congélation, le sous-groupe de proportion d'hommes et le sous-groupe d'âge, y compris la congélation en un seul coup (RR 1,02; $P = 0,915$) et guidée par TTI (RR 0,63; $P = 0,007$) avec une interaction $P = 0,051$, une proportion élevée d'hommes (RR 0,54; $P = 0,005$) et une faible proportion d'hommes (RR 0,94; $P = 0,759$) avec une interaction $P = 0,074$, ainsi que l'âge ≥ 65 (RR 0,91; $P = 0,642$) et l'âge < 65 (RR 0,54; $P = 0,006$), interaction $P = 0,090$.	Les résultats de l'étude suggèrent que la technique de cryoablation à injection unique présente des résultats d'efficacité et de sécurité comparables pour l'ablation de la FA par rapport à la technique standard.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
			Une seule interaction (covariable) significative dans les complications de l'intervention a été trouvée dans le sous-groupe d'hypertension, y compris HT > 60 % (RR 0,89; P = 0,549) et HT ≤ 60 % (RR 0,46; P < 0,01) avec une interaction P = 0,043.	
Kim 2023 [142]	Évaluation comparative de l'efficacité de l'ARF par rapport à l'ACB pour le traitement de la FA persistante.	Recherche systématique sur les études comparant l'ARF et l'ACB pour la FA persistante. Bases de données Embase, PubMed et Cochrane. Un modèle à effets aléatoires à variance inverse a été utilisé pour calculer les effets composites.	Une ER et 9 études observationnelles, dont 6 publiées depuis 2019 [27; 63; 117; 148; 201; 208; 257]. ACB : 1650 patients; ARF : 1706 patients. Durée moyenne de suivi : 12 à 48 mois. ATA récurrente : similaire avec les deux modalités (HR 0,93, IC à 95 % 0,80 à 1,08, I ² 0 %). Nombre total de complications : similaire dans les deux groupes (RR 1,05, IC à 95 % 0,73 à 1,53, I ² 0 %), bien que les taux de PNP étaient plus élevés avec le CB (RR 4,13, IC à 95 % 1,49 à 11,46, I ² 0 %). Des temps d'intervention plus courts ont été observés avec le CB (réduction moyenne de 43,77 min, IC à 95 % de 66,45 à 21,09 min, I ² de 96 %), sans différence dans le temps de fluoroscopie (différence moyenne de 0,82 min, IC à 95 % - 11,92 à 13,55 min, I ² de 100 %).	Les résultats montrent que chez les patients souffrant de FA persistante, l'ACB présente une efficacité et une sécurité globale semblables à celles de l'ARF. Bien que l'ACB soit associée à des temps d'intervention significativement plus courts, l'efficacité améliorée de l'intervention avec l'ACB est compensée par des taux accrus de PNP et le besoin potentiel d'une ARF de retouche.
Mao 2023 [184]	Comparaison indirecte de l'efficacité et la sécurité de l'ACB par rapport à l'ARF comme traitement initial de la FA symptomatique.	Méta-analyse. ECR comparant l'ACB ou l'ARF aux MAA comme traitement de première intention de la FA. Bases de données : EMBASE, PubMed, Cochrane Library et ClinicalTrials.gov. Période : jusqu'en décembre 2021.	6 ECR (3 ACB, 3 ARF) portant sur un total de 1215 patients [13; 54; 164; 199; 303; 305]. Aucune différence significative n'a été observée entre les deux techniques d'ablation en ce qui concerne l'AA (OR 0,993, IC à 95 % : 0,602-1,638), l'AA symptomatique (OR 0,638, IC à 95 % : 0,344-1,182) ou les événements indésirables graves (OR 1,474, IC à 95 % : 0,404-5,376). L'incidence d'un traitement supplémentaire par ACB (OR 2,693, IC à 95 % : 1,277-5,681) et le nombre de patients passant au traitement par MAA (OR 0,345, IC à 95 % : 0,179-0,664) dans le groupe ACB était significativement plus faible que dans le groupe ARF.	Les résultats montrent que chez les patients atteints de FA paroxystique recevant un traitement initial, l'ACB et l'ARF présentent un profil d'efficacité et de sécurité similaire. Lorsque l'IVP est réalisée par l'ACB, le croisement des études et le besoin d'ablation supplémentaire sont considérablement réduits.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
Ngo 2023 [210]	Évaluation de l'ablation par cathéter pour la FA à 5 ans et au-delà.	Revue systématique et méta-analyse. Bases de données : PubMed et Embase.	73 études. 28 études publiées depuis 2019 [18; 20; 22; 39; 68; 71; 79; 81; 90; 91; 111; 123; 128; 142; 153; 155; 173; 181; 205; 217; 239; 247; 252; 259; 261; 270; 307; 314]. L'âge moyen global était de 59,7 ans, 71,5 % d'hommes, 62,2 % de FA paroxystique, et la radiofréquence a été utilisée dans 78,1 % des études. 67 159 patients. On rapporte l'absence d'AA, de décès toutes causes confondues, d'accident vasculaire cérébral et d'hémorragie majeure à ≥ 5 ans après l'ablation de la FA. L'incidence globale de l'absence d'AA à 5 ans était de 50,6 % (IC à 95 % 45,5-55,7 %) après une ablation unique et de 69,7 % (IC à 95 % (intervalle de confiance) 63,8-75,3 %) après plusieurs procédures. L'incidence était plus élevée chez les patients atteints de FAP que chez les patients atteints de FA non paroxystique après une ablation unique (59,7 % contre 33,3 %, $P = 0,002$) et plusieurs (80,8 % contre 60,6 %, $P < 0,001$), mais était comparable entre la radiofréquence et la cryoablation. Les incidences globales des autres résultats étaient de 6,0 % (IC à 95 % 3,2-9,7 %) pour le décès, de 2,4 % (IC à 95 % 1,4-3,7 %) pour l'accident vasculaire cérébral et de 1,2 % (IC à 95 % 0,8-2,0 %) pour l'hémorragie majeure à 5 ans. Au-delà de 5 ans, l'absence de récurrence d'arythmie est restée largement stable (52,3 % et 64,7 % après une ou plusieurs procédures à 10 ans), tandis que le risque d'accident vasculaire cérébral et d'hémorragie a augmenté au fil du temps.	Près de la moitié des patients n'ont pas présenté d'arythmie atriale à 5 ans après une seule ablation de FA, et environ 70 % après plusieurs procédures, le risque de récurrence de FA se stabilisant au-delà de cette période. L'incidence d'autres résultats cliniques tels que la mortalité, l'accident vasculaire cérébral ou l'AIT et les saignements majeurs était encourageante, mais a augmenté au fil du temps, renforçant l'importance de la prévention de la thromboembolie à long terme et de la gestion du risque de saignement après l'ablation par cathéter. Malgré ces limites, l'étude fournit des informations pronostiques à long terme importantes pour les patients et les médecins.
Serban 2023 [255]	Évaluation de la durabilité des lésions d'ablation associées à diverses techniques d'IPV utilisant différentes sources d'énergie pour le traitement de la FA.	Recherche systématique. Études rapportant la durabilité des lésions d'IPV, telle qu'évaluée dans la cohorte globale par remappage invasif répété pendant le suivi. Bases de données : période : de janvier 2010 à janvier 2023.	19 études portant sur 1050 patients (âge moyen de 60 ans, 31 % de femmes, délai de remappage de 2 à 7 mois) ont été incluses. 7 études depuis 2019 [2; 120; 139; 182; 232; 237; 264]. Dans une analyse groupée, 99,7 % des VP et 99,4 % des patients ont été traités par ablation avec succès au départ; 75,5 % des VP sont restées isolées et 51 % des patients ont eu des VP isolées de manière persistante lors du suivi, toutes sources d'énergie confondues. Dans une analyse groupée des pourcentages de VP isolées durablement pendant le suivi, les estimations d'ARF étaient	Les résultats ne montrent aucune différence significative dans la durabilité des lésions d'ablation des quatre énergies évaluées après ajustement des caractéristiques populationnelles procédurales et initiales.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
			les plus faibles de toutes les sources d'énergie à 71 % (IC à 95 % 69-73, 11 études), mais comparables à celles du cryoballon (79 %, IC à 95 % 74-83, 3 études). Des pourcentages de durabilité plus élevés ont été rapportés dans les VP traitées par ballon laser (84 %, IC à 95 % 78-89, une étude) et ACP (87 %, IC à 95 % 84-90, 2 études).	
Vrachatis 2023 [296]	ACB RF	Bases de données bibliographiques : Medline. Période : jusqu'en décembre 2022.	15 études admissibles (3 ECR et 12 suivis de cohorte. 6 études (suivis de cohortes) publiées depuis 2019 [131; 138; 146; 214; 259; 325]. 1512 patients.	Les données confirment le rôle important de la veine cave supérieure (VCS) dans la pathogénèse de la FA. Des études méthodologiquement différentes confirment que l'isolation de la VCS est à la fois sûre et faisable. Il reste à déterminer quels sont les meilleurs candidats et quelle approche d'ablation doit être adoptée.
2024				
Amin 2024 [4]	Évaluation comparative de la sécurité et de l'efficacité de l'ACB par rapport à l'ARF dans la fibrillation auriculaire persistante (PeAF). Identifiant Prospero : CRD42023480314.	Revue systématique et méta-analyse. ECR. Sources : PubMed, EMBASE, Web of Science, SCOPUS et Cochrane jusqu'en octobre 2023. Le logiciel RevMan version 5.4 a été utilisé pour regrouper les données dichotomiques en utilisant le rapport de risque (RR) et les données continues à l'aide de la différence moyenne (DM) avec un intervalle de confiance (IC) à 95 %.	3 ECR avec 400 patients ont été inclus. Études publiées depuis 2019 [22; 195; 258]. Pas de différence significative entre l'ARF et l'ACB concernant la récurrence de FA (RR : 0,77, IC à 95 % [0,50, 1,20], P = 0,25), la récurrence de tachycardie auriculaire ou de flutter auriculaire (RR : 0,54, IC à 95 % [0,11, 2,76], P = 0,46) et toute récurrence d'arythmie (RR : 0,96, IC à 95 % [0,70, 1,31], P = 0,80). L'AC de la FA percutanée était significativement associée à une diminution de la durée totale de l'intervention (DM : - 45,34, IC à 95 % [- 62,68, - 28,00], P < 0,00001), sans différence significative dans la durée de la fluoroscopie (DM : 3,59, IC à 95 % [- 5,13, 12,31], P = 0,42). Les paramètres de sécurité étaient similaires dans les deux groupes, y compris l'incidence de complications, la paralysie du nerf phrénique (RR : 2,91 avec IC à 95 % [0,31, 27,54], P = 0,35), les complications au site d'accès (RR : 0,33 avec IC à 95 % [0,05, 2,03], P = 0,23) et l'épanchement péricardique.	Les résultats de l'étude montrent que l'ACB dans la FA percutanée est comparable à l'ARF en matière de sécurité et d'efficacité. L'ACB est associée à une durée totale d'intervention plus courte.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
Franca 2024 [88]	Évaluation de l'efficacité et de la sécurité à long terme de l'AC chez les patients âgés atteints de FA.	Méta-analyse. Bases de données : Medline, BVS, Cochrane et Embase. Période : jusqu'en avril 2023. Étude de résultats comparatifs entre les patients âgés de plus de 75 ou 80 ans, selon le seuil d'étude, et les individus $\leq$ 75/80 ans, subissant une AC. Principaux critères d'efficacité et de sécurité : les récurrences de FA et les complications majeures liées à l'intervention ont été regroupées avec le logiciel Comprehensive Meta-Analysis 3.0. Des analyses de sous-groupes ont été réalisées par groupes d'âge et par type d'intervention (radiofréquence ou cryoballon).	26 études observationnelles et 1 ECR, comprenant 117 869 patients, dont 8714 (7,4 %) âgés de > 75-80 ans, avec un suivi de 11,7 à 72,3 mois. 7 études ont été depuis 2019 [21; 135; 207; 209; 295; 326; 327]. Dans les études comparatives (n = 17 études), les personnes âgées de > 75-80 ans présentaient un risque plus élevé de récurrence de FA par rapport aux personnes $\leq$ 75-80 : risque relatif (RR) 1,16 (IC à 95 % 1,05-1,27, P = 0,002). Cependant, le graphique en entonnoir a indiqué un biais de publication et, après imputation de 5 études, les groupes étaient similaires (RR 1,07 [IC à 95 % 0,97-1,19]). Les taux de complications majeures (n = 14 études) étaient plus élevés chez les personnes âgées de > 75-80 ans (RR 1,30 (IC à 95 % 1,10-1,54), $I^2 = 0$, p = 0,002), mais étaient similaires dans les études de cryoablation (n = 7) (RR 1,10, IC à 95 % 0,94-1,29, P = 0,24, $I^2 = 0,0$). Les résultats étaient similaires lorsque les groupes d'étude individuels (n = 27 études) ont été regroupés.	L'ablation de la FA est réalisable chez les patients âgés de plus de 75-80 ans, avec des taux de réussite comparables à ceux des individus plus jeunes. Les taux de complications sont cependant plus élevés.
Freitas 2024 [89]	Évaluation comparant l'efficacité et la sécurité de l'ACP par rapport à l'ACB chez les patients atteints de FA.	Revue systématique et méta-analyse. Études qui comparaient les techniques d'ACP et d'ACB chez les patients atteints de FA. Bases de données : PubMed, Embase et registre Cochrane ECR ou les études observationnelles. Période : entre 2013 et 2024. L'analyse statistique a été réalisée à l'aide de RevMan 5.1.7. L'hétérogénéité a été évaluée à l'aide des statistiques I^2; les valeurs de P inférieures à 0,05 et $I^2 > 25$ % ont été considérées comme une hétérogénéité significative.	26/840 études ont été sélectionnées pour une revue du texte intégral sur la base de critères d'inclusion. 8 études publiées depuis 2019 [19; 29; 52; 64; 192; 251; 285; 289]. 8 études observationnelles portant sur 3113 patients. Parmi ceux-ci, 1088 (34,9 %) ont subi une ACP, tandis que 2025 (65,0 %) ont subi une ACB. Les complications périprocédurales étaient significativement plus faibles chez les patients ayant subi une ACP par rapport au groupe ACB (RR 0,46; IC à 95 % 0,29 à 0,74; p = 0,001; $I^2 = 1$ %; fig. 1A). Réduction significative du temps d'intervention dans le groupe ACP (DM -8,21 min; IC à 95 % -13,74 à -2,69; P = 0,004; $I^2 = 96$ %; fig. 1B). Aucune différence statistiquement significative n'a été observée entre les groupes concernant le temps de fluoroscopie (DM 1,63 min; IC à 95 % - 0,22 à 3,48; P = 0,08; $I^2 = 92$ %; fig. 2A), ou la récurrence des arythmies auriculaires après la période de blanking (RR 0,84; IC à 95 % 0,68 à 1,04; P = 0,12; $I^2 = 6$ %; fig. 2B).	Les résultats ont montré que l'ACP était associée à un risque plus faible de complications périprocédurales et à une durée d'intervention plus courte par rapport à l'ACB chez les patients atteints de FA.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
			Une analyse de sous-groupe portant uniquement sur des cohortes appariées selon le score de propension a été réalisée, mais n'a montré aucune différence statistique pour aucun des résultats évalués.	
Lin 2024 [171]	Analyse comparative évaluant l'efficacité, la sécurité et l'efficience procédurale de l'ablation à haute puissance et de courte durée (HPSD) par rapport à l'ACB pour la FA.	Revue systématique. Bases de données : PubMed, EMBASE, Cochrane Library, Scopus, Web of Science et ClinicalTrials.gov pour identifier les essais comparant le HPSD à l'ACB pour la FA. Période : jusqu'au 25 décembre 2023. Les mesures de l'effet du traitement ont été exprimées sous forme de rapport de cotes (OR), de différence moyenne (DM), accompagnés d'un intervalle de confiance (IC) à 95 %.	6 études incluant 2481 patients [50; 124; 137; 218; 222; 312]. Aucune disparité statistiquement significative n'a été observée en matière d'AA récurrente (OR 0,90; IC à 95 %, 0,71-1,16) ou de complications totales (OR 0,65; IC à 95 %, 0,38-1,12) entre les deux techniques d'ablation examinées dans cette étude. La technique HPSD a montré une durée d'intervention significativement plus longue (DM 27,42; IC à 95 %, 19,03 à 35,81). Aucune différence significative n'a été observée entre les deux modalités en matière de durée totale de fluoroscopie (DM -4,37; IC à 95 %, -10,70 à 1,96) et de durée d'ablation (DM 7,95; IC à 95 %, -3,97 à 19,88). La HPSD a démontré des probabilités significativement plus élevées d'ablation déclenchée par une veine extrapulmonaire par rapport à l'ACB (OR 18,86; IC à 95 %, 5,12-69,49). Les analyses de sous-groupes ont révélé que l'ACB continuait à présenter un temps d'intervention supérieur (à l'exception du sous-groupe FA paroxystique [DM 29,52; IC à 95 % -4,25 à 63,60]). Aucune différence significative en ce qui concerne la sécurité et l'efficacité (à l'exception du sous-groupe HPSD ≥ 70 W : [OR 0,44, IC à 95 % 0,20-0,97]).	Les résultats ont montré que parmi les patients subissant une thérapie par ablation pour FA, la HPSD et l'ACB présentent des profils d'efficacité et de sécurité comparables. Les auteurs notent que la HPSD est associée à un temps d'intervention plus long et à des taux plus élevés d'ablation par déclenchement extra-PV.
Maccioni 2024 [179]	Évaluation comparative des profils de sécurité de l'ACP et de l'ACB par le biais d'analyses critiques de la littérature et de comparaisons indirectes de traitements.	Méta-analyse. Les essais cliniques enregistrés et/ou les études FDA IDE (Food and Drug Administration Investigation Device Exemption) évaluaient l'ACP ou l'ACB chez des patients adultes atteints de FAP réfractaire aux médicaments. Base de données MEDLINE et registre Clinicaltrials.gov. Période : entre janvier 2008 et mars 2023.	3 publications ACP incluant un total de 497 patients. 6 études ACB incluant un total de 1113 patients. 4 études publiées depuis 2019 [74; 147; 231; 292]. L'analyse a révélé que l'ACP était associée à un risque significativement plus faible d'événements indésirables majeurs (différence de risque - 4,3 % [intervalle de confiance (IC) à 95 % - 5,8, - 2,8]; risque relatif 0,16 [IC à 95 % 0,07, 0,45]) et d'événements indésirables prédéfinis (différence de risque - 2,5 % [IC à 95 % - 4,4, - 0,5]; risque relatif 0,53 [IC à 95 % 0,31, 0,96]).	Les résultats de cette étude montrent que l'ACP présente un profil de sécurité plus favorable que l'ACB, avec des risques significativement plus faibles d'événements indésirables majeurs et prédéfinis. Ces comparaisons indirectes aident à contextualiser la sécurité de l'ACP par rapport à l'ACB pour le traitement de la

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
		La sécurité comparative entre l'ACP et l'ACB a été évaluée pour les événements indésirables majeurs et prédéfinis. Des comparaisons indirectes ont été réalisées en utilisant la proportion de patients ayant subi des événements indésirables et confirmées par des méta-analyses à un seul bras et des analyses de sensibilité.	Les méta-analyses ont confirmé le taux plus faible d'événements indésirables majeurs pour l'ACP (0,4 % [IC à 95 % 0,0, 1,3]) par rapport à l'ACB (5,6 % [IC à 95 % 2,6, 8,6]) et d'événements indésirables prédéfinis pour l'ACP (2,7 % [IC à 95 % 1,2, 4,1]) par rapport à l'ACB (5,8 % [IC à 95 % 2,7, 9,0]). Les analyses de sensibilité explorant l'hétérogénéité entre les études ont confirmé la robustesse des analyses principales.	FAP réfractaire aux médicaments en l'absence d'études comparatives.
Meretsky 2024 [192]	Évaluation de l'efficacité, des caractéristiques procédurales et de la sécurité de la cryoablation à l'aide du système de cartographie KODEX-EPD par rapport à la cryoablation conventionnelle.	Méta-analyse. Bases de données : Web of Science, PubMed, Cochrane Library et SCOPUS. Nous avons formulé une stratégie de recherche comme suit : fibrillation auriculaire ET « ablation par cryoballon » OU cryoablation ET cartographie KODEX-EPD ET KODEX.	6 études incluses. 464 patients atteints de FA [45; 213; 239; 241; 249; 315]. 240 patients ont été traités par cryoablation guidée par le système de cartographie KODEX-EPD. 224 patients ont été traités par cryoablation conventionnelle. Nous avons démontré la supériorité de la cryoablation guidée par le système KODEX-EPD, car elle était associée à un taux de récurrence significativement plus faible après l'intervention (RR = 0,61, P = 0,03). De plus, elle a permis une réduction significative du volume de produit de contraste utilisé pendant l'intervention (MD = - 20,46, P = 0,04) par rapport à la cryoablation conventionnelle. Nous n'avons trouvé aucune différence significative entre les deux procédures en matière de réussite de l'IPV à base de cryoballon (P = 1,00), de durée de l'intervention (P = 0,95), de complications de l'intervention (P = 0,607), de temps de fluoroscopie (P = 0,36) et de dose fluoroscopique (P = 0,16).	L'utilisation du nouveau système de cartographie KODEX-EPD dans l'intervention de cryoablation a été associée à une réduction significative du volume de produit de contraste utilisé et du taux de récurrence par rapport à la cryoablation conventionnelle, tout en préservant une efficacité, un profil de sécurité et une durée d'intervention similaires.
Nitta 2024 [211]	Évaluation de l'efficacité clinique du traitement par ACB par rapport à celui de l'ARF chez les patients atteints de FAP réfractaires aux MAA qui recevraient un traitement ablatif pour la première fois. Évaluation du rapport coût-efficacité de	Revue systématique et méta-analyse. Recherche documentaire informatisée dans les bases de données MEDLINE, EMBASE, le registre Cochrane des essais contrôlés (CENTRAL) et Ichushi-Web depuis leur création jusqu'en janvier 2022. Deux examinateurs. La méta-analyse n'a inclus que des ECR et des études de cohorte par correspon-	51 études étaient admissibles pour être incluses dans cette revue systématique. La MA incluait 12 ECR et 6 études de cohorte : 8 études incluaient ARF-CF; 6 études incluaient non- ARF-CF et 4 études indéterminées. 3 ECR [41; 122; 278] et 6 suivis de cohorte [7; 27; 92; 218; 275; 324] ont été publiés depuis 2019 et 2 études ont été menées au Japon. Il n'y a pas de différences significatives dans le risque de récurrence de FA entre l'ACB et l'ARF dans la MA.	Les auteurs concluent que la MA n'a montré aucune différence dans le risque de récurrence de FA entre l'ablation par ultrasons centraux et l'ARF. Les résultats sont cohérents avec ceux des études précédentes. Les auteurs ajoutent que bien que l'intervention d'ablation doive être choisie pour chaque patient en fonction de ses caractéristiques et de

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
	l'ACB par rapport à celui de l'ARF au Japon.	dance de score de propension (PSM) afin de minimiser les effets de confusion. L'efficacité clinique a été évaluée par la récurrence de la FA. Le rapport coût-efficacité de l'ACB par rapport à l'ARF a été évalué par une analyse de minimisation des coûts (AMC). La qualité et le risque de biais de chaque étude ont été évalués à l'aide de la liste de contrôle NICE pour les ECR et de la liste de contrôle Downs et Black pour les non-ECR. L'analyse a été menée du point de vue du payeur de soins de santé publics japonais, en estimant les coûts médicaux directs sur toute une vie. Les coûts futurs ont été actualisés à un taux de 2 % par an.	Dans l'analyse de base, les coûts médicaux estimés pour l'ACB et l'ARF étaient respectivement de 4 858 544 JPY (32 390 USD, 1 USD = 150 JPY) et de 4 505 255 JPY (30 035 USD). Les économies de coûts pour l'ARF étaient de 353 289 JPY (2355 USD) par rapport à l'ACB.	l'intervention, les résultats indiquent que, par rapport à l'ablation par ultrasons centraux, l'ARF pourrait être économique pour le système de santé japonais.
Providencia 2024 [225]	Évaluation de l'impact de l'ablation par cathéter sur les résultats cliniques concernant la FA.	Revue systématique. Sources : MEDLINE, EMBASE et CENTRAL. Période : il y a ≤ 10 ans jusqu'au 8 janvier 2024. Regroupement des données via le risque relatif (RR) et les différences moyennes (DM), avec un intervalle de confiance (IC) à 95 %, et calcul du nombre de patients à traiter (NPT). Analyses de sous-groupes et de sensibilité réalisées pour la présence/l'absence d'insuffisance cardiaque (IC), de FAP ou de FA persistante, d'ablation précoce, de qualité supérieure/inférieure et de publication ≤ 5 contre > 5 ans.	22 ECR incluant 6400 patients suivis pendant 6 à 52 mois. 17 études publiées depuis 2019 [3; 13; 29; 49; 68; 84; 114; 136; 160; 161; 164; 217; 223; 262; 304; 314]. Critères d'évaluation principaux : significativement réduits par l'AC par rapport à la prise en charge médicale : • Hospitalisation toutes causes confondues (RR = 0,57, IC à 95 % 0,39-0,85, P = 0,006) • Rechute de FA (RR = 0,48, IC à 95 % 0,39-0,58, P < 0,00001) • Mortalité toutes causes confondues (RR = 0,69, IC à 95 % 0,56-0,86, P = 0,000 7, NNT = 44,7) chez les patients atteints d'IC Critères secondaires : bénéfice pour : • La mortalité (RR = 0,55, IC à 95 % 0,34-0,87) • Les hospitalisations pour maladies cvaires (RR = 0,83, IC à 95 % 0,71-0,96) et IC (RR = 0,71, IC à 95 % 0,56-0,89) • Le fardeau de la FA (DM = 20,6 %, IC à 95 % 5,6-35,5) • La récupération de la FEVG (DM = 5,7 %, IC à 95 % 3,5-7,9) • La qualité de vie (échelles MLHFQ, AFEQT et SF-36)	Les résultats montrent que l'ablation par cathéter a réduit de manière significative les hospitalisations, le fardeau de la FA et les rechutes, et a amélioré la qualité de vie. Une réduction importante de la mortalité et une amélioration de la FEVG ont été observées chez les patients atteints de FA et d'IC.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
Rivano 2024 [237]	Comparaison des traitements de la FA par ACB, ARF et ACP, à partir des données d'ECR.	L'analyse a étudié les données de <i>time-to-event</i> publiées pour ces trois techniques. Une méthode d'intelligence artificielle a été utilisée pour reconstruire les données individuelles des patients à partir des courbes de Kaplan-Meier. Critère d'évaluation : récurrence d'arythmie. Une analyse préliminaire d'hétérogénéité a été réalisée. Analyse principale : basée sur les données individuelles des patients reconstruites à partir des graphiques de Kaplan-Meier. Le rapport de risque (HR) était son paramètre principal.	Sur les 126 ECR, 4 ECR étaient admissibles, dont trois ECR [8; 145; 217] et 2 publiés depuis 2019 [9; 232]. FAP dans les trois études. 3 ECR ont été inclus. Niveau d'hétérogénéité acceptable. L'ACB d'une durée de deux minutes a donné de moins bons résultats que les autres techniques. Les valeurs suivantes de FC : • ACP versus ARF, 0,549 (IC à 95 %, 0,413-0,730; P < 0,001) • ACP versus ACB, 0,478 (IC à 95 %, 0,364-0,633) • ARF versus ACB, FC = 0,871 (IC à 95 %, 0,585-1,295; P = 0,506)	L'ARF et l'ACB ont montré une efficacité similaire (à l'exception de l'ACB de deux minutes, qui a donné de moins bons résultats). Nos résultats montrant la supériorité de l'ACP par rapport à l'ablation thermique doivent être interprétés avec prudence, car le nombre de patients ayant subi une ACP était limité et leur suivi était plus court que celui des patients ayant reçu une ablation thermique.
Rudolph 2024 [241]	Évaluation comparative de l'ACP à l'ACB. Une méta-analyse a été menée pour comparer les deux sources d'énergie pour le traitement de la FA.	Une recherche systématique structurée dans une base de données et une méta-analyse ont été réalisées sur des études examinant les résultats, les complications périprocédurales et/ou les paramètres procéduraux des patients atteints de FA traités par l'ACB ou l'ACP.	11 études rapportant des données de 3805 patients ont été incluses [19; 64; 95; 165; 192; 227; 233; 250; 284; 289; 298]. L'ACP était associée à une récurrence significativement plus faible de FA/TA [(RC) = 0,73, (IC) à 95 % = 0,54-0,98, I ² = 20 %] et à moins de complications périprocédurales (RC = 0,62, IC à 95 % = 0,40-0,96, I ² = 6 %) par rapport à l'ACB. Le taux de complications plus faible après l'ACP était principalement dû à un nombre moins élevé de lésions du nerf phrénique (RC = 0,19, IC à 95 % = 0,08-0,43, I ² = 0 %). Il y a eu plus de cas de tamponnades cardiaques après ACP (RC = 2,56, IC à 95 % = 1,01-6,49, I ² = 0 %). L'utilisation de l'ACP a été associée à des durées d'intervention totales plus courtes (différence moyenne [DM] = -9,68, IC à 95 % = -14,92 à -4,43 min, I ² = 92 %) et à une exposition aux rayonnements plus faible (DM = -148,07, IC à 95 % = -276,50 à -19,64 µGy·ml ² = 7 %).	Les résultats montrent qu'en comparaison à l'ACB, l'ACP permet des temps d'intervention plus courts, avec une récurrence d'arythmie plus faible et un risque réduit de complications périprocédurales. Les auteurs ajoutent que des ECR doivent confirmer ces résultats.
Song 2024 [262]	Évaluation comparative de l'ACB de deuxième génération et de l'ARF par force de contact (CF-RF) pour l'ablation	Revue systématique et méta-analyse. Base de données : PubMed, Cochrane Library et Web of Science. 21 études publiées depuis 2019.	21 études depuis 2019 [13; 22; 25; 39; 46; 60; 72; 102; 103; 108; 91; 111; 115; 150; 199; 205; 255; 266; 268; 304; 308; 316]. Après un suivi moyen de 58,1 mois, le taux global de récurrence de FA était d'environ 37 %.	L'ACB est associée à de faibles taux de complications graves et à des taux de réussite raisonnables.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
	initiale de la FA paroxystique et persistante.	Période : jusqu'au 31 juillet 2023. Suivi moyenne/médiane : > 36 mois. La sécurité a été évaluée par les événements indésirables. L'efficacité a été évaluée par la récurrence de la FA, définie comme toute AA durant plus de 30 s.	Les facteurs prédictifs de récurrence étaient la durée de la FA (HR 1,00; IC à 95 % [1,00 ~ 1,01]), la récurrence précoce de la fibrillation auriculaire (HR 3,96; IC à 95 % [1,12 ~ 14,02]), le diamètre auriculaire gauche (HR 1,04; IC à 95 % [1,02 ~ 1,06]) et la FA persistante (HR 1,47; IC à 95 % [1,19 ~ 1,82]). En matière de sécurité, l'incidence de PNP était la plus élevée, soit environ 3 %, suivie des complications vasculaires (environ 2 %); des pseudoanévrismes, de PNP permanente, de décès toutes causes confondues (environ 1 %); et d'épanchement péricardique et d'accident vasculaire cérébral/AIT étaient très faibles.	
Vetta 2024 [295]	Évaluation comparative de l'efficacité et de la sécurité de l'ACP (système pentaspline à injection unique) par rapport aux technologies d'ACB de deuxième/troisième/quatrième génération (CRYO) actuellement disponibles.	Recherche systématique et méta-analyse. Bases de données électroniques : ACP Système pentaspline à injection unique ou des technologies CRYO de deuxième/troisième/quatrième génération. Critères principaux d'évaluation : succès procédural aigu évalué sur la base de la veine et du patient. Critères d'évaluation de la sécurité : complications périprocédures globales; complications périprocédures majeures. Comparaison des durées des procédures; durées de fluoroscopie; absence de TAA au suivi.	ACP : 20 études; CRYO : 70 études. 21 études publiées depuis 2019 [13; 31; 38; 40; 562; 64; 73; 76; 97; 115; 143; 230; 233; 237; 243; 253; 254; 278; 282; 283; 291]. L'ACP a démontré un plus grand succès procédural aigu sur une base veineuse (99,9 % contre 99,1 %; $P < 0,001$), ainsi que par patient (99,5 % contre 98,4 %; $P < 0,001$). L'ACP a entraîné une diminution globale des complications périprocédures (3,1 % contre 5,6 %; $P < 0,001$), une durée d'intervention plus courte (75,9 min contre 105,6 min; $P < 0,001$) et une durée de fluoroscopie plus courte (14,2 min contre 18,9 min; $P < 0,001$) par rapport à la CRYO. Aucune différence n'a été trouvée pour les complications périprocédures majeures (1,2 % contre 1,0 %; $P = 0,46$) et l'absence d'AT à 1 an (82,3 % contre 80,3 %; log-rank $P = 0,61$).	Les résultats montrent que l'ACP a contribué au succès et à une sécurité accrue des procédures en phase aiguë par rapport à l'ACB. Les auteurs notent qu'il n'y avait aucune différence statistiquement significative en matière de récurrence d'AT après un an de suivi.
Wan 2024 [299]	Évaluation comparative de l'efficacité procédurale et des profils de sécurité de l'AVP par rapport à l'ACB et dans la prise en charge de la FA.	Recherche systématique. Bases de données : PubMed, Cochrane Library et Embase. Période : février 2024. Évaluation des indicateurs de résultats : le rapport de risque (RR) et son intervalle de confiance (IC) à 95 % correspondant ont été calculés pour les variables dichotomiques.	9 études observationnelles portant sur 2875 patients atteints de FA ont été incluses [19; 29; 168; 228; 251; 277; 285; 289]. ACP : 38 % ($n = 1105$). ACB : 62 % ($n = 1770$). Les résultats ont indiqué que l'ACP était associée à une durée d'opération significativement plus courte par rapport à l'ACB, avec une différence moyenne (DM) de -10,49 minutes (IC à 95 % [-15,50, -5,49]; $P < 0,0001$).	Les résultats de cette étude révèlent que l'ACP présente un avantage relatif par rapport à l'ACB, notamment en réduisant à la fois la durée de l'opération et l'incidence des complications peropératoires. Pour améliorer la robustesse de ces estimations, des recherches supplémentaires sont nécessaires, notamment en

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODES	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
		Variables continues : la différence moyenne (DM) et l'IC à 95 % associé ont été déterminés. Dans ce contexte, un RR inférieur à 1 et une DM inférieure à 0 ont été considérés comme avantageux pour le groupe ACP.	Le groupe ACP présentait un risque réduit de complications peropératoires par rapport au groupe ACB, avec un rapport de risque (RR) de 0,52 (IC à 95 % 0,30-0,89; P = 0,02). Aucune différence statistiquement significative n'a été observée lors de la comparaison des deux cohortes de traitement concernant le temps d'irradiation par fluorescence (DM 0,71; IC à 95 % [-0,45, 1,86]; P = 0,23) et la récurrence des AA au cours du suivi (RR 0,95; IC à 95 % 0,78-1,14; P = 0,57).	incorporant des ECR supplémentaires.
Zhang 2024 [324]	Analyse comparant l'efficacité, la sécurité et l'efficience procédurale de l'ACP et de l'ACB pour la FA.	Méta-analyse. Bases de données : EMBASE, PubMed, Cochrane Library et ClinicalTrials.gov. Période : jusqu'en décembre 2023. Le rapport de cotes (OR) et la différence moyenne (DM), ainsi qu'un intervalle de confiance (IC) à 95 % ont été utilisés comme mesures de l'effet du traitement.	L'analyse incluait 15 essais asmissibles avec 1880 patients. Toutes les études ont été publiées entre 2021 et 2023 [19; 29; 52; 62; 95; 156; 165; 168; 192; 208; 233; 251; 285; 286; 299]. Aucune différence significative n'a été trouvée en matière d'arythmie auriculaire récurrente (OR 0,83, IC à 95 % 0,64, 1,07) ou de complications périprocédures (OR 0,78, IC à 95 % 0,46, 1,30) entre les deux techniques d'ablation examinées dans cette étude. La technique d'ACP a permis une durée d'intervention significativement plus courte (DM -7,17, IC à 95 % -13,60, -0,73), mais une durée de fluoroscopie plus longue (DM 2,53, IC à 95 % 0,87, 4,19). L'ACP s'est avérée significativement associée à une diminution de l'incidence de paralysie du nerf phrénique (OR 0,20, IC à 95 % 0,07, 0,59), mais à une incidence accrue de tamponnade cardiaque (OR 4,07, IC à 95 % 1,15, 14,39). Il y avait une libération significativement plus élevée de troponine avec l'ACP qu'avec l'ACB (DM 470,28, IC à 95 % 18,89, 921,67), tandis que l'augmentation de la protéine S100 et de la fréquence cardiaque était significativement plus faible avec l'ACP qu'avec l'ACB (DM -64,41, IC à 95 % -105,46, -17,36), (DM -8,76, IC à 95 % -15,12, -2,40).	Les résultats montrent que l'utilisation de l'ACP est plus sûre, plus rapide et spécifique aux tissus par rapport à l'ACB, tout en maintenant des taux de réussite comparables. Ces résultats soulignent la faisabilité et la promesse de l'ACP en tant que technique de rechange pour l'IVP chez les patients atteints de FA. Cela a le potentiel d'améliorer l'efficacité des procédures et d'optimiser l'utilisation des ressources dans la pratique clinique.

ANNEXE F – ÉTUDES SUR L'ABLATION CHIRURGICALE PAR CRYOTHÉRAPIE

Tableau 17 – Résumé des études sélectionnées sur l'utilisation du Cryo Maze

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODE	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
Bulava 2024 [35]	Évaluation des résultats électrophysiologiques chez les patients subissant une cryoablation concomitante.	Les patients atteints de FA non paroxysmique subissant un pontage aortocoronarien et/ou une réparation ou un remplacement valvulaire ont été inclus si la cryoablation concomitante faisait partie du plan de traitement. Les patients rapportés dans cette étude ont été assignés à subir une ablation percutanée par cathéter radiofréquence (PRFCA) par étapes, c'est-à-dire un traitement hybride, dans le cadre du protocole d'essai SURHYB. La cryoablation a été réalisée en utilisant du protoxyde d'azote (N₂O) avec la sonde d'ablation cryoICE en aluminium (AtriCure, Inc., Cincinnati, Ohio, États-Unis) ou de l'argon (Ar) avec la sonde en acier inoxydable Cardioblate CryoFlexTM 10-S (Medtronic Inc., Minneapolis, Minnesota, États-Unis). L'essai a été enregistré dans le registre tchèque des essais cliniques : cz-020420181253 (accessible sur www.ablace.cz).	103 patients ont subi une PRFCA 105 ± 35 jours après l'opération. IVP gauche chez 65 patients (63,1 %) et droite chez 63 patients (61,2 %). L'isolation de la paroi postérieure de l'OG et le blocage de la conduction de l'isthme mitral ont été trouvés chez 38 (36,9 %) et 18 (20,0 %) patients, respectivement. Les reconnexion électriques (lacunes) dans les VP gauches étaient plus souvent localisées en haut qu'en bas (57,9 % contre 26,3 %, P = 0,005) et en avant qu'en arrière (65,8 % contre 31,6 %, P = 0,003). Les lacunes dans les VP droites étaient plus également réparties en avant qu'en arrière, mais dominaient dans les segments supérieurs (72,5 % contre 40,0 %, P = 0,003). Il y avait un nombre plus élevé de lacunes sur la ligne du toit par rapport à la ligne inférieure (131 (67,2 %) contre 67 (42,2 %), P < 0,001). Par rapport à la cryoablation épicaudique, la cryoablation endocardique était plus efficace pour créer des VP et isoler la paroi postérieure de l'OG (P < 0,05). La cryoablation utilisant du protoxyde d'azote (N₂O) ou de l'argon (Ar) comme agents de refroidissement était tout aussi efficace (P = NS).	L'efficacité de la cryoablation chirurgicale pour obtenir des lésions transmurales et durables dans l'oreillette gauche est étonnamment faible. Les lacunes sont situées principalement dans les parties supérieure et antérieure des VP et sur la ligne du toit. La cryoablation endocardique est plus efficace que l'ablation épicaudique, quel que soit l'agent de refroidissement utilisé.
Han 2020 [101]	Évaluation de l'efficacité et de la sécurité de l'ajout du labyrinthe réalisé par cryoablation (Cryo Maze) aux opérations de la valve mitrale. Étude de non-infériorité.	ECR monocentrique visant à déterminer si Cryo Maze n'était pas inférieur à l'intervention de coupe et de couture (CSM) chez les patients atteints de FAP ou de FA de longue date, avec une marge de non-infériorité de 15 %. Sonde AtriCure cryoICE CRYO2. Critère d'évaluation principal : absence de FA sans MAA à 12 mois.	200 patients ont été randomisés pour recevoir soit Cryo Maze (n = 100) soit CSM (n = 100). Les patients ont été randomisés entre le Cryo Maze et le CSM. Après 3 mois, les MAA ont été retirés si le patient était en rythme sinusal (RS). Les patients ont fait l'objet d'un suivi prospectif à 1, 3, 6 et 12 mois. L'absence de FA a été obtenue chez 85 % (intervalle de confiance à 95 %, 0,76-0,91) dans le groupe Cryo Maze et 88 %	Le Cryo Maze n'était pas inférieur au CSM en matière d'efficacité et de sécurité pour les patients atteints de FAP ou de FA persistante de longue date subissant des opérations de la valve mitrale. Le Cryo Maze a considérablement réduit les saignements, la

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODE	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
		Critères d'évaluation secondaires : absence de FA sans MAA à 3 et 6 mois, et un ensemble d'événements indésirables graves. Numéro de registre chinois des essais cliniques : ChiCTR-IOR-16008112.	(intervalle de confiance à 95 %, 0,80-0,94) dans le groupe CSM. Cryo Maze non inférieure au CSM à 12 mois (valeur de P pour la non-infériorité = 0,0065). Pas de différence significative dans les effets indésirables graves (n = 12 dans Cryo Maze; n = 17 dans CSM; P = 0,315). Les saignements périopératoires et la durée de l'intervention chirurgicale, le séjour en USI, l'hospitalisation postopératoire et le besoin de stimulation temporaire ont diminué de manière significative dans le groupe Cryo Maze.	durée de l'intervention chirurgicale, du séjour en unité de soins intensifs et à l'hôpital, ainsi que le besoin de stimulation temporaire. Critère d'évaluation primaire déterminé par Holter 24 h plutôt que par une surveillance à long terme; les marges basées sur des mesures absolues peuvent potentiellement introduire un biais vers la non-infériorité; le labyrinthe de coupe et de couture est une intervention complexe réalisée par un groupe limité de médecins.
Jeong 2019 [129]	Comparer le résultat à 1 an d'une intervention de labyrinthe ⁸¹ concomitante utilisant la cryoablation à base de N ₂ O par rapport à la cryoablation à base d'argon.	ECR monocentrique. Patients adultes ayant subi une opération valvulaire et une intervention de Cryo Maze concomitante pour une valvulopathie cardiaque avec FA persistante. Les patients ont été inscrits de mars 2013 à novembre 2015. Les patients ont été randomisés 1:1 pour recevoir un Cryo Maze avec une sonde à base d'oxyde nitreux (cryoICE, AtriCure) ou une sonde à base d'argon (CryoFlex, Medtronic). Critère d'évaluation principal : récurrence de la FA 12 mois après l'opération. Critères d'évaluation secondaires : décès d'origine cardiaque, composite d'événements indésirables majeurs d'origine cardiaque ou cérébrovasculaire.	Le RS a été maintenu à 12 mois chez 86,7 % du groupe cryoICE (26/30) et 86,7 % du groupe CryoFlex (P = 1,00). 63 % des patients des 2 groupes (19/30) étaient en RS et ne prenaient plus de MAA. Une récurrence des AA est survenue chez 10 [33 %] dans le groupe N₂O (cryoICE) contre 6 [20 %] dans le groupe argon (CryoFlex), P = 0,243). Aucun décès précoce ou tardif n'est survenu. Les complications précoces et tardives étaient similaires entre les groupes. CryoICE (protoxyde d'azote) • Précoce : 1 hémorragie, 2 bas débits cardiaques, 1 épanchement, 9 épisodes de FA postopératoire • Tardive : 1 stimulateur cardiaque, 1 réopération, 1 hémorragie intracrânienne Cryoflex (argon) • Précoce : 1 hémorragie, 1 faible débit cardiaque, 2 épanchements, 10 épisodes de FA postopératoire • Tardive : 2 stimulateurs cardiaques, 2 réopérations, 2 hémorragies intracrâniennes; 1 accident vasculaire cérébral	Les deux procédures ont des taux de maintien du rythme sinusal à un an similaires. L'activité contractile auriculaire gauche a tendance à revenir plus tôt dans le groupe N₂O.

⁸¹ Ablation chirurgicale en forme de labyrinthe.

AUTEURS	OBJECTIFS	MÉTHODE	RÉSULTATS	COMMENTAIRES/ CONCLUSIONS
Varzaly 2021 [290]	Évaluation de l'efficacité et de la sécurité de l'ablation hybride de la FA.	Revue systématique et méta-analyse. Bases de données : PubMed, EMBASE et Cochrane du 1^{er} janvier 1991 au 30 novembre 2017, en utilisant les termes de recherche suivants : « Cox-Maze », « mini-maze », « ablation methods (incluant radiofrequency, cryoablation, Cryo Maze) » et « surgery ». Les études incluses exigeaient que les procédures d'ablation soient hybrides et rendent compte du suivi du rythme.	925 patients atteints de FA (38 % persistante, 51 % persistante de longue date) issus de 22 études monocentriques (suivi moyen de 19 mois). L'ensemble des lésions chirurgicales comprenait l'IVP (n = 11) ou une lésion en boîte (n = 11) avec une ablation linéaire supplémentaire variable. Cette ablation a été suivie d'une ablation par cathéter séquentielle (n = 9), par étapes (n = 9) ou combinée (n = 4) pour assurer l'isolation des veines pulmonaires et faciliter l'ablation supplémentaire ou la consolidation des lignes chirurgicalement ablatées. Globalement, le maintien du rythme sinusal était de 79,4 % (intervalle de confiance [IC] à 95 %, 72,4-85,7) et de 70,7 % (IC à 95 %, 62,2-78,7) avec et sans MAA, respectivement à 19 ± 25 (intervalle, 6-128) mois. L'utilisation du système bipolaire AtriCure Synergy et l'exclusion de l'appendice auriculaire gauche ont conféré un résultat rythmique supérieur sans MAA (P ≤ 0,01). Le taux global de complications était de 6,5 % (IC à 95 %, 3,4-10,2) : mortalité de 0,2 % (IC à 95 %, 0-0,9); accident vasculaire cérébral de 0,3 % (IC à 95 %, 0-1,1); réopération pour saignement de 1,6 % (IC à 95 %, 0,6-3,0); stimulation permanente d'environ 0 % (IC à 95 %, 0-0,5); conversion en sternotomie 0,3 % (IC à 95 %, 0-1,1); fistule auriculo-œsophagienne ~ 0 % (IC à 95 %, 0-0,5); et lésion du nerf phrénique 0,3 % (IC à 95 %, 0-1,1).	Les auteurs concluent que la thérapie par ablation hybride pour la FA produit des résultats favorables avec des taux de complications acceptables.

ANNEXE G – AUTRES DONNÉES

Tableau 18 – Études publiées sur l'ACB par les agences de santé

ACRONYMES	NOM	SITE INTERNET	SB FINAL
ACMTS	Agence canadienne des médicaments et des technologies de la santé Canada	http://www.cadth.ca/fr	n
AHRQ	Agency for Healthcare Research and Quality États-Unis	http://www.ahrq.gov/	n
AHTA	Adelaide Health Technology Assessment Australie	http://www.adelaide.edu.au/ahta/	n
ANSM	Agence nationale de Sécurité du médicament et des produits de santé France	http://ansm.sante.fr/	n
CDC	Centers for Disease Control and Prevention États-Unis	https://www.cdc.gov/	n
CEBM	Centre for Evidence based Medicine Royaume-Uni	http://www.cebm.net/	n
HAS	Haute Autorité de Santé France	http://www.has-sante.fr/	n
HSAC	Health Services Assessment Collaboration Nouvelle-Zélande	http://www.healthsac.net/aboutus/aboutus.htm	n
INESSS	Institut national d'excellence en santé et en services sociaux (Québec) Canada	http://www.inesss.qc.ca/	n
KCE	Centre fédéral d'expertise des soins de santé Belgique	http://www.kce.fgov.be/	n
MSAC	Medical Services Advisory Committee Australie	http://www.msac.gov.au/	n
NGC	National Guidelines Clearinghouse États-Unis	http://www.guidelines.gov/	n
NICE	National Institute for Health and Clinical Excellence Royaume-Uni	http://www.nice.org.uk/	1
NIHR HTA	National Institute for Health Research Health Royaume-Uni	http://www.hta.ac.uk/	n
NZHTA	New Zealand Health Technology Assessment Nouvelle-Zélande	http://www.otago.ac.nz/christchurch/research/nzhta/	n
OHTAC	Ontario Health Technology Advisory Committee (Ontario) Canada	http://www.hqontario.ca/evidence	n

ACRONYMES	NOM	SITE INTERNET	SB FINAL
SIGN	Scottish Intercollegiate Guidelines Network Écosse	http://www.sign.ac.uk/	n
VORTAL	HTAi vortal États-Unis	http://vortal.htai.org/?q=sear+ch_websites	n

Tableau 19 – Études publiées sur l'ACB par les associations médicales spécialisées

ACRONYMES	ORGANISATIONS	SITES	RÉSULTATS
ACC	American College of Cardiology États-Unis	http://www.acc.org	1 ⁸²
AHA	American Heart Association États-Unis	https://www.heart.org/	Meeting ⁸³
BCS	British Cardiovascular Society Royaume-Uni	https://www.bcs.com/pages/default.asp	n
TAUMUHC	Technology Assessment Unit-McGill University Health Centre (Québec) Canada	https://cusm.ca	n
SCC	Société canadienne de cardiologie Canada	https://www.ccs.ca/fr/	1 ⁸⁴ 2020
ESC	European society of Cardiology Europe	https://www.escardio.org	Farkowski 2021
SFC	Société Française de Cardiologie France	https://www.sfcadio.fr/1	1 ⁸⁵
NHFA	National Heart Foundation of Australia Australie	https://www.heartfoundation.org.au/	n

Tableau 20 – Classes des recommandations⁸⁶

CLASSE	DÉFINITION	FORMULATION RECOMMANDÉE
Classe I	Preuves et/ou accord général selon lequel un traitement ou une intervention donnée est bénéfique, utile, efficace	Est recommandé/est indiqué
Classe II	Preuves contradictoires et/ou divergence d'opinion sur l'utilité/l'efficacité du traitement ou de l'intervention donnée	
Classe IIa	Le poids des preuves ou des opinions est en faveur de l'utilité et de l'efficacité	Doit être envisagé
Classe IIb	L'utilité/l'efficacité est moins bien établie par des preuves/opinions	Peut être envisagé
Classe III	Preuves ou accord général selon lequel le traitement ou l'intervention donnée n'est pas utile/efficace et peut dans certains cas être nocif	N'est pas recommandé

* Traduction libre

⁸² 2023 ACC/AHA/ACCP/HRS Guideline for the Diagnosis and Management of Atrial Fibrillation.

⁸³ <https://professional.heart.org/en/meetings/scientific-sessions/programming/late-breaking-science>.

⁸⁴ <https://ccs.ca/fr/guideline/2020-atrial-fibrillation/chapter-9-arrhythmia-management/>.

⁸⁵ <https://www.sfcadio.fr/publication/tachycardie-ou-une-anomalie-electrique-par-ablation-endocavitare>.

⁸⁶ ESC website (<http://www.escardio.org/guidelines-surveys/escguidelines/about/Pages/rules-writing.aspx>).

Tableau 21 – Niveau des preuves⁸⁷

NIVEAU	DÉFINITIONS
Niveau de preuve A	Données issues de multiples essais cliniques randomisés ou méta-analyses.
Niveau de preuve B	Données issues d'un seul essai clinique randomisé ou d'études non randomisées de grande envergure.
Niveau de preuve C	Consensus d'opinion des experts et/ou petites études, études rétrospectives, registres.

* Traduction libre

Tableau 22 – Recommandations pour le contrôle du rythme et l'ablation par cathéter de la FA [82]

RECOMMANDATIONS	CLASSE ^A	NIVEAU ^B
Recommandations générales		
Pour la décision d'ablation par cathéter de la FA, il est recommandé de prendre en compte les risques procéduraux et les principaux facteurs de risque de récurrence de FA après l'intervention et d'en discuter avec le patient.	I	B
Des procédures répétées d'IVP doivent être envisagées chez les patients présentant une récurrence de FA, à condition que les symptômes du patient se soient améliorés après l'IVP initiale.	IIa	B
Ablation par cathéter de la FA après échec du traitement médicamenteux		
L'ablation par cathéter de la FA pour l'IVP est recommandée pour le contrôle du rythme après un MAA de classe I ou III ayant échoué ou intolérant, afin d'améliorer les symptômes de récurrence de FA chez les patients avec :	I	
• FA paroxystique, ou IA		A
• FA persistante sans facteurs de risque majeurs de récurrence de FA, ou A		A
• FA persistante avec facteurs de risque majeurs de récurrence de FA, ou B		B
L'ablation par cathéter de FA pour PVI doit être envisagée pour le contrôle du rythme après l'échec ou l'intolérance d'un traitement par bêtabloquant pour améliorer les symptômes des récurrences de FA chez les patients atteints de FA paroxystique et persistante.	IIa	B
Traitement de première intention		
L'ablation par cathéter de la FA pour PVI doit/peut être envisagée comme traitement de contrôle du rythme de première intention pour améliorer les symptômes chez certains patients présentant des symptômes :		
• Épisodes de FA paroxystique, ou	IIa	B
• FA persistante sans facteurs de risque majeurs de récurrence de FA	IIb	C
Comme solution de rechange à la classe I ou III de MAA, en tenant compte du choix du patient, des avantages et des risques.		
Ablation par cathéter de la FA :		
• Recommandée pour inverser le dysfonctionnement du ventricule gauche chez les patients atteints de FA lorsqu'une cardiomyopathie induite par la tachycardie est hautement probable, indépendamment de leur état symptomatique	I	B
• Doit être envisagée chez certains patients atteints de FA avec IC et FEVG réduite afin d'améliorer la survie et de réduire l'hospitalisation pour IC	IIa	B

⁸⁷ ESC website (<http://www.escardio.org/guidelines-surveys/escguidelines/about/Pages/rules-writing.aspx>).

RECOMMANDATIONS	CLASSE ^A	NIVEAU ^B
L'ablation par cathéter de la FA pour PVI doit être envisagée comme stratégie pour éviter l'implantation d'un stimulateur cardiaque chez les patients présentant une bradycardie liée à la FA ou une pause symptomatique pré-automatique après conversion de la FA, compte tenu de la situation clinique.	IIa	C
Techniques et technologies		
L'isolation électrique complète des veines pulmonaires est recommandée pendant toute intervention d'ablation par cathéter de la FA.	I	A
Si le patient a des antécédents d'AFL dépendant de la CTI ou si une AFL typique est induite au moment de l'ablation de la FA, l'administration d'une lésion CTI peut être envisagée.	IIb	B
L'utilisation de lésions d'ablation supplémentaires au-delà de l'IVP (zones de basse tension, lignes, activité fragmentée, foyers ectopiques, rotors et autres) peut être envisagée, mais n'est pas bien établie.	IIb	B
Modification du mode de vie et autres stratégies pour améliorer les résultats de l'ablation		
Une perte de poids est recommandée chez les patients obèses avec FA, en particulier ceux qui sont évalués pour subir une ablation de la FA.	I	B
Un contrôle strict des facteurs de risque et l'évitement des déclencheurs sont recommandés dans le cadre d'une stratégie de contrôle du rythme.	I	B

AFL = flutter auriculaire; CTI = isthme cavotricuspidé; FA = fibrillation auriculaire; FEVG = fraction d'éjection ventriculaire gauche; IC = insuffisance cardiaque; IVP = isolation de la veine pulmonaire MAA = médicament antiarythmique; VG = ventriculaire gauche. ^A Classe de recommandation. ^B Niveau de preuve.

Tableau 23 – Recommandations pour l'ablation chirurgicale de la FA [115]

RECOMMANDATIONS	CLASSE ^A	NIVEAU ^B
L'ablation concomitante de la FA doit être envisagée chez les patients subissant une opération cardiaque, en équilibrant les avantages de l'absence d'arythmies auriculaires et les facteurs de risque de récurrence (dilatation auriculaire gauche, années de FA, âge, dysfonctionnement rénal et autres facteurs de risque cardiovasculaire).	IIa	A
Les procédures thoracoscopiques, y compris l'ablation chirurgicale hybride, doivent être envisagées chez les patients qui présentent une FA paroxystique symptomatique ou persistante réfractaire au traitement par DAA et dont l'ablation percutanée de la FA a échoué, ou qui présentent des facteurs de risque évidents d'échec de l'ablation par cathéter, afin de maintenir un rythme sinusal à long terme. La décision doit être appuyée par une équipe expérimentée d'électrophysiologistes et de chirurgiens.	IIa	B
Les procédures thoracoscopiques, y compris l'ablation chirurgicale hybride, peuvent être envisagées chez les patients atteints de FA persistante avec des facteurs de risque de récurrence, qui restent symptomatiques pendant la FA malgré au moins un MAA ayant échoué et qui préfèrent un traitement de contrôle du rythme supplémentaire.	IIb	C

MAA = médicament antiarythmique; FA = fibrillation auriculaire. ^A Classe de recommandation. ^B Niveau de preuve.