

Aktualne wskazania do przezskórnej ablacji migotania przedsionków

Current indications for transcatheter atrial fibrillation ablation

Monika Koziół, Zbigniew Kalarus

Katedra i Oddział Kliniczny Kardiologii, Wrodzonych Wad Serca i Elektroterapii Śląskiego Centrum Chorób Serca w Zabrzu

STRESZCZENIE

Migotanie przedsionków (AF) jest najczęściej występującym zaburzeniem rytmu serca w populacji dorosłych osób. Szacuje się, że w najbliższej przyszłości liczba chorych z AF znacznie wzrośnie. W związku z tym chorobę tę można uznać za „epidemię XXI wieku”.

Według wytycznych *European Society of Cardiology*, dotyczących AF, przezskórna ablacja AF jest wskazana w przypadku nieskuteczności lub nietolerancji farmakoterapii antyarytmicznej u chorych z objawowym, napadowym oraz przetrwałym AF w celu zmniejszenia objawów arytmii. Również w grupie pacjentów z przewlekłą niewydolnością serca jest ona obiecującą metodą kontrolującą jego rytm. Należy rozważyć ablację u objawowych pacjentów z AF i niewydolnością serca z obniżoną frakcją wyrzutową lewej komory, aby zmniejszyć nasilenie objawów i poprawić funkcję skurczową lewej komory w przypadku podejrzenia kardiomiopatii tachyarytmicznej. Przezskórna ablacja odgrywa coraz większą rolę w leczeniu AF. W przypadku występowania objawów związanych z AF, należy zawsze dążyć do ich redukcji poprzez leczenie kontrolujące częstość rytmu komór oraz stosowanie leków antyarytmicznych,

kardiowersji, ablacji przezcewnikowej lub chirurgicznej.

Choroby Serca i Naczyń 2017, 14 (3), 145–149

Słowa kluczowe: migotanie przedsionków, arytmia, niewydolność serca

ABSTRACT

Atrial fibrillation (AF) is the most common cardiac arrhythmia. Despite progress in the management of patients with AF, the number of new cases of AF is rising steeply.

According to the *European Society of Cardiology* guidelines AF ablation is recommended in patients with symptomatic paroxysmal AF to reduce AF symptoms in patients who have symptomatic recurrences of AF on antiarrhythmic drug therapy and who prefer further rhythm control therapy. Catheter ablation should be considered in symptomatic patients with AF and heart failure with impaired systolic function to improve symptoms and cardiac function when tachycardiomyopathy is suspected. Patients who have AF-related symptoms should be treated with rate control therapy and antiarrhythmic drugs, cardioversion, or catheter or surgical ablation.

Choroby Serca i Naczyń 2017, 14 (3), 145–149

Key words: atrial fibrillation, arrhythmia, heart failure

Adres do korespondencji:

dr n. med. Monika Koziół
Katedra i Oddział Kliniczny Kardiologii, Wrodzonych Wad Serca i Elektroterapii, Śląskie Centrum Chorób Serca w Zabrzu
ul. M. Curie-Skłodowskiej 9, 41–800 Zabrze
tel. 32 271 34 14 lub 373 36 82
faks 32 373 37 92
e-mail: kozielmonika@poczta.fm

WPROWADZENIE

Migotanie przedsionków (AF, *atrial fibrillation*) pozostaje obecnie najczęściej występującym zaburzeniem rytmu serca w populacji osób dorosłych. Według publikowanych danych liczbę osób z AF na całym świecie oszacowano na 1–2% populacji ogólnej, a częstość jego występowania rośnie wraz z wiekiem. Jest ona większa szczególnie u pacjentów z chorobą wieńcową, nadciśnieniem tętniczym, niewydolnością serca, wadami zastawkowymi, otyłością, cukrzycą, jak również z przewlekłą chorobą nerek. Ciągły i postępujący wzrost zapadalności na AF dowodzi, że chorobę tę można uważać za „epidemię XXI wieku” [1].

U wielu chorych AF ma charakter postępujący — od krótkich i rzadko występujących epizodów do dłuższych i częstszych napadów [2]. Wymieniona wyżej arytmia wiąże się zazwyczaj z istotnie gorszą jakością życia niż w zdrowej grupie kontrolnej i może prowadzić do niekorzystnych następstw, takich jak rozwój przewlekłej niewydolności serca oraz udar mózgu [3].

Autorzy aktualnych wytycznych Europejskiego Towarzystwa Kardiologicznego (ESC, *European Society of Cardiology*) proponują wdrożenie zintegrowanej opieki nad pacjentami z AF, obejmującej współpracę lekarzy podstawowej opieki zdrowotnej, kardiologów, kardiocirurgów, neurologów oraz samych pacjentów. Częściami składowymi takiej opieki powinny być interwencje w zakresie stylu życia, optymalne leczenie wszystkich chorób układu sercowo-naczyniowego, które stanowią podłoże arytmii, a także swoiste leczenie AF [1, 4].

Za integralną formę postępowania w AF uważa się przywracanie i utrzymywanie rytmu zatokowego, aby zmniejszyć objawy związane z arytmią [5, 6]. Do niedawna jedyną formą leczenia chorych cierpiących na to schorzenie pozostawało leczenie farmakologiczne. Długotrwała farmakoterapia antyarytmiczna oznacza jednak istotne ograniczenia, które są związane z niezbyt wysoką skutecznością leków w utrzymywaniu rytmu zatokowego, proarytmicznym lub niekorzystnym pozasercowym działaniem leków. Leczenie kontrolujące rytm serca raczej ogranicza nawroty AF niż je eliminuje [1].

WSKAZANIA DO PRZECZEWNIKOWEJ ABLACJI AF

Według aktualnie obowiązujących wytycznych ESC, dotyczących postępowania w przypadku chorych z AF, przeskórna ablacja AF jest wskazana w razie stwierdzenia nieskuteczności lub nietolerancji farmakoterapii antyarytmicznej u chorych z objawowym, napadowym

(I klasa zaleceń, poziom wiarygodności danych A) oraz przetrwałym AF (II klasa zaleceń, poziom wiarygodności danych B) w celu zmniejszenia objawów arytmii. W wyżej wymienionej populacji pacjentów przezcewnikowa ablacja wykazuje wyższą skuteczność niż leczenie farmakologiczne. Ponadto we współczesnych badaniach potwierdzono skuteczność ablacji przezcewnikowej jako leczenia pierwszego rzutu u wyselekcjonowanych pacjentów z napadowym AF, którzy życzą sobie leczenia inwazyjnego (II klasa zaleceń, poziom wiarygodności danych B) [1].

Publikowane dane w mniejszym stopniu potwierdzają skuteczność i bezpieczeństwo przeskórnej ablacji AF u chorych z przetrwałą postacią arytmii. Niemniej dowody z badań klinicznych przemawiają za mniejszą częstością nawrotów po ablacji w tej grupie pacjentów (w porównaniu z leczeniem farmakologicznym) [1].

Według danych pochodzących z rejestru EORP-AF Pilot (*EURObservational Research Programme — Atrial Fibrillation General Registry Pilot Phase*) w populacji polskich pacjentów częściej wykonuje się ablację AF niż w innych europejskich krajach ujętych w rejestrze ($p = 0,0018$) [7].

Warto podkreślić, że przeskórna ablacja AF nie zapobiega sercowo-naczyniowym punktom końcowym i nie zmniejsza częstości hospitalizacji [1].

U części chorych należy rozważyć również leczenie hybrydowe, obejmujące połączenie leków antyarytmicznych (AAD, *antiarrhythmic drugs*), ablacji przezcewnikowej i/lub chirurgicznego leczenia AF (II klasa zaleceń, poziom wiarygodności danych C) [1].

ABLACJA AF U CHORYCH Z NIWYDOLNOŚCIĄ SERCA

Migotanie przedsionków często współistnieje z przewlekłą niewydolnością serca, co obustronnie komplikuje ich przebieg i możliwości leczenia. U wielu chorych AF przyczynia się do zaostrzenia niewydolności serca i może powodować wzrost śmiertelności. We wspomnianej wyżej grupie pacjentów należy wdrożyć jak najszybciej leczenie kontrolujące rytm serca. Wadą badań służących ocenie bezpieczeństwa i skuteczności ablacji AF w niewydolności serca są z reguły niezbyt wysoka liczba pacjentów objętych randomizacją (< 100 chorych), brak randomizacji pacjentów, jednoośrodkowe grupy badane oraz krótki czas obserwacji odległej (w wielu badaniach < 16 miesięcy). Wyniki tych badań potwierdzają istotną poprawę frakcji wyrzutowej lewej komory (średnio o 13%), poprawę jakości życia, klasy czynnościowej niewydolności serca oraz zmniejszenie

częstości hospitalizacji [8–11]. W porównaniu z leczeniem farmakologicznym (amiodaronem) ablacja przezskórna istotnie zmniejsza częstość nawrotów arytmii u chorych z AF i niewydolnością serca [12]. Większy odsetek braku nawrotów AF obserwowano u pacjentów poddanych kolejnej ablacji (75%) w porównaniu z grupą po wykonaniu tylko jednym zabiegu (48%) [13]. Z kolei wyniki wielośrodkowego badania Ullah i wsp. [11] wskazują na mniejszą poprawę frakcji wyrzutowej lewej komory po ablacji AF u chorych z niewydolnością serca o etiologii niedokrwiennej niż w przypadku etiologii nieniedokrwiennej.

Podsumowując, w grupie pacjentów z przewlekłą niewydolnością serca, ablacja jest obiecującą metodą kontrolującą rytm serca. Według autorów wytycznych ESC należy rozważyć ją u objawowych pacjentów z AF i niewydolnością serca ze zmniejszoną frakcją wyrzutową lewej komory, aby zmniejszyć nasilenie objawów i poprawić funkcję skurczową lewej komory w przypadku podejrzenia kardiomiopatii tachyarytmicznej (II klasa zaleceń, poziom wiarygodności danych C) [1].

TECHNIKI ZABIEGOWE

Za najczęstszą przyczynę AF uważa się obecność połączeń elektrycznych między układem żył płucnych a mięśniem lewego przedsionka. Umożliwiają one przewodzenie pobudzeń indukujących powstawanie mnogich pętli *re-entry* i prowadzących ostatecznie do całkowitego chaosu elektrycznego w przedsionkach. Zgodnie z zaleceniami ESC celem przezcewnikowej ablacji powinna być izolacja żył płucnych z zastosowaniem ablacji prądem o wysokiej częstotliwości lub krioablacji (II klasa zaleceń, poziom wiarygodności danych B) [1].

Jedną z coraz częściej stosowanych metod jest technika krioablacji balonowej. Jej istotą jest założenie do wszystkich ujść żył płucnych cewnika balonowego. Jest on schładzany po wypełnieniu ciekłym azotem, z wytworzeniem liniowej blizny w miejscu stykania się balonu z tkanką izolującą żyłę płucną od pozostałej części przedsionka. Szczelność przylegania balonu do powierzchni tkanki sprawdzana jest poprzez podawanie kontrastu przez kanał centralny balonu. Zaleganie kontrastu w żyłę płucną wskazuje na szczelne zamknięcie jej ujścia przez balon i potwierdza możliwość wykonania poprawnej krioablacji. Za w pełni efektywne uważa się aplikacje powodujące oziębienie tkanki do temperatury poniżej 35°C (temperatura środka chłodzącego spada poniżej 88°C, temperatura tkanki jest monitorowana przez sensor umieszczony na

balonie). Skuteczność wykonanej krioablacji można kontrolować przez umieszczenie w ostium żyły specjalnego cewnika diagnostycznego *lasso* o małej średnicy, wprowadzanego poprzez kanał centralny balonu [14, 15].

PRZYGOTOWANIE PACJENTA DO ABLACJI AF

Niezależnie od stosowanej techniki zabiegowej, niezwykle ważną kwestią jest zmniejszenie ryzyka okołozabiegowych powikłań zatorowo-zakrzepowych. U chorych bez czynników ryzyka takich powikłań (0 pkt. w skali CHA₂DS₂-VASc) zaleca się włączenie leczenia przeciwzakrzepowego na co najmniej 3 tygodnie przed ablacją, z systematyczną kontrolą międzynarodowego współczynnika znormalizowanego (INR, *international normalized ratio*) w sposób analogiczny do kardiowersji. U chorych leczonych uprzednio przeciwzakrzepowo, z uwagi na wyższy poziom ryzyka powikłań zakrzepowo-zatorowych, korzystne może być zwiększenie częstości kontroli skuteczności leczenia przed terminem ablacji. Zgodnie z wytycznymi ESC należy kontynuować leczenie doustnymi lekami przeciwzakrzepowymi w okresie okołozabiegowym z utrzymaniem poziomu INR w przedziale 2,0–2,5. Na podstawie publikowanych danych nie wykazano niekorzystnego wpływu nieprzerwanego leczenia doustnymi lekami przeciwzakrzepowymi, niebędącymi antagonistami witaminy K podczas ablacji, na bezpieczeństwo leczenia [1]. Według Di Biase i wsp. [16] odstawienie doustnych leków przeciwzakrzepowych i zastąpienie ich heparyną w okresie okołozabiegowym skutkuje istotnym statystycznie wzrostem niemych klinicznie epizodów niedokrwienia mózgu.

W wielu ośrodkach elektrofizjologicznych bezpośrednio przed ablacją wykonuje się echokardiograficzne badanie przezprzełykowe (TEE, *transesophageal echocardiography*). Poza wykluczeniem obecności skrzepliny w uszku lewego przedsionka, badanie to może dostarczyć dodatkowych informacji o uwarunkowaniach anatomicznych w obrębie przedsionków i zastawek przedsionkowo-komorowych. Niekiedy, szczególnie u chorych z niekorzystnym układem anatomicznym, pod kontrolą TEE (lub echokardiografii wewnątrzsercowej) wykonuje się nakłucie przegrody międzyprzedsionkowej. Przydatne jest także, zwłaszcza przed kolejną krioablacją balonową, wykonanie tomografii komputerowej, umożliwiającej precyzyjne określenie anatomii lewego przedsionka i żył płucnych. Jeżeli do dyspozycji przy stole zabiegowym pozostaje odpowiedni zestaw rentgenowski, wykonanie badania jest możliwe jeszcze w trakcie zabiegu, co pozwala

na znaczne skrócenie procedury, a w konsekwencji także zmniejszenie ekspozycji na promieniowanie jonizujące. Według wytycznych ESC leczenie zakrzepowe po ablacji powinno być kontynuowane zgodnie z ogólnymi zaleceniami, niezależnie od efektu zabiegu pod względem utrzymywania rytmu zatokowego. Należy zaplanować kontrolną wizytę u specjalisty leczenia AF co najmniej raz w ciągu pierwszego roku po ablacji. U chorych z objawowymi nawrotami AF po ablacji powinno się rozważyć dalszą kontrolę rytmu serca [1].

WYNIKI LECZENIA

Wyniki licznych badań wskazują na lepszą kontrolę objawów u pacjentów po wykonaniu więcej niż jednej ablacji. Co istotne, dłuższy czas do nawrotu AF i mniejszą częstość występowania powikłań wykazano u młodszych chorych, z napadowym AF, z wywiadem AF o krótkim czasie trwania, bez strukturalnej choroby serca [17]. Jednak również starsi chorzy (> 75. rż.) odnoszą korzyści z ablacji, która zapewnia skuteczną kontrolę rytmu i zmniejszenie ryzyka udaru mózgu [18].

Według randomizowanych badań klinicznych ablacja jest skuteczniejszą metodą utrzymywania rytmu zatokowego niż farmakoterapia antyarytmiczna. Publikowane dane potwierdzają utrzymywanie się rytmu zatokowego nawet u 70% pacjentów z napadowym AF oraz u około 50% pacjentów z przetrwałym AF [19]. Dowodów na korzystny wpływ ablacji w leczeniu napadowego AF w porównaniu z farmakoterapią dostarcza przeprowadzona przez Calkins i wsp. [20] metaanaliza. Skuteczność pierwszej ablacji bez stosowania AAD wynosi 57%, po drugim zabiegu rośnie do 71%, a przy jednoczesnym leczeniu AAD do 77%. Natomiast skuteczność AAD jest istotnie niższa i sięga 52%. Nieco gorszych wyników dostarcza analiza okresu odległego po ablacji. Podczas obserwacji wydłużonej do 28 miesięcy u 8,7% chorych, leczonych wcześniej skutecznie zabiegowo, występuje późny nawrót AF. Warto zaznaczyć, że ponowne pojawienie się arytmii stwierdzano częściej u chorych z chorobami współistniejącymi, takimi jak nadciśnienie tętnicze oraz hipercholesterolemia. Dowodzić to może faktu, że intensywne leczenie chorób współistniejących (nadciśnienie tętnicze, cukrzyca, otyłość, bezdech senny, nadczynność tarczycy), a być może w pewnej mierze indukujących arytmie, jest konieczne u chorych poddawanych ablacji AF również w okresie odległym po zabiegu. W celu ograniczenia wczesnych nawrotów AF po ablacji rozsądnym rozwiązaniem jest

stosowanie leków antyarytmicznych przez 8–12 tygodni po zabiegu [1, 13, 20].

Warto podkreślić także korzystny wpływ ablacji na redukcję ryzyka udaru mózgu, co wykazali w swoim badaniu Bunch i wsp. [21, 22]. Chorzy z AF poddani ablacji mieli niższe długoterminowe ryzyko udaru mózgu niż chorzy z AF leczeni zachowawczo. Ponadto pacjenci po skutecznej ablacji AF wykazują podobne długoterminowe ryzyko udaru mózgu do osób bez AF, we wszystkich grupach wiekowych i niezależnie od ryzyka powikłań zakrzepowo-zatorowych [21, 22].

POWIKŁANIA

Do powikłań ablacji AF zalicza się między innymi: zwężenie lub zamknięcie żyły płucnej (< 1%), tamponadę serca (1–2%), uszkodzenie nerwu przeponowego (1–2%), uszkodzenia okołoprzełykowe (< 0,5%), przetokę tętniczo-żylną (0,2–0,43%) lub wytworzenie tętniaka w miejscu nakłucia (0,5–1,1%), krwiak w miejscu nakłucia (1–5%), termiczne uszkodzenie oskrzela (1%), udar mózgu (w tym przejściowy napad niedokrwienny [TIA, *transient ischaemic attack*] lub zatorowość powietrzną; < 1%), zgon (< 0,2%). Za jedno z najpoważniejszych powikłań uważa się wytworzenie przetoki przedsionkowoprzełykowej. Jest to powikłanie o bardzo poważnym rokowaniu, niemniej jednak w piśmiennictwie opisano jedynie niewielką ilość takich przypadków, a częstość występowania szacuje się na poniżej 0,1%. „Nieme klinicznie udary mózgu” (tj. bezobjawową zatorowość mózgową) odnotowano u około 10% chorych poddawanych ablacji. Do powikłań zakrzepowo-zatorowych w zakresie ośrodkowego układu nerwowego dochodzi najczęściej w ciągu 48 godzin po ablacji. W większości przypadków wyżej wymienione powikłania nie prowadzą do trwałych deficytów neurologicznych [1, 16].

PODSUMOWANIE

Przeszkórna ablacja odgrywa coraz większą rolę w leczeniu AF, co jest spowodowane ograniczoną skutecznością i bezpieczeństwem stosowania leków antyarytmicznych.

W przypadku występowania objawów związanych z AF, należy dążyć do ich redukcji poprzez leczenie kontrolujące częstość rytmu komór oraz stosowanie leków antyarytmicznych, kardiowersji, ablacji przezcewnikowej lub chirurgicznej.

W celu zmniejszenia ryzyka powikłań okołozabiegowych ablacja powinna być wykonana przez doświadczony zespół elektrofizjologów.

Zaleca się kontynuację leczenia doustnymi lekami przeciwwzakrzepowymi w okresach przed- i okołozabiegowym oraz bezterminowo u chorych obciążonych co najmniej jednym czynnikiem ryzyka udaru mózgu wyrażonym w skali CHA₂DS₂-VASc.

KONFLIKT INTERESÓW

Autorzy nie zgłaszają konfliktu interesów.

PIŚMIENNICTWO

- Kirchhof P, Benussi S, Kotecha D, et al. 2016 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with EACTS. *Eur Heart J*. 2016; 37(38): 2893–2962, doi: [10.1093/eurheartj/ehw210](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw210), indexed in Pubmed: 27567408.
- Jahangir A, Lee V, Friedman PA, et al. Long-term progression and outcomes with aging in patients with lone atrial fibrillation: a 30-year follow-up study. *Circulation*. 2007; 115(24): 3050–3056, doi: [10.1161/CIRCULATIONAHA.106.644484](https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.644484), indexed in Pubmed: 17548732.
- Thrall G, Lane D, Carroll D, et al. Quality of life in patients with atrial fibrillation: a systematic review. *Am J Med*. 2006; 119(5): 448.e1–448.19, doi: [10.1016/j.amjmed.2005.10.057](https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2005.10.057), indexed in Pubmed: 16651058.
- Hendriks J, Tomini F, van Asselt T, et al. Cost-effectiveness of a specialized atrial fibrillation clinic vs. usual care in patients with atrial fibrillation. *Europace*. 2013; 15(8): 1128–1135, doi: [10.1093/europace/eut055](https://doi.org/10.1093/europace/eut055), indexed in Pubmed: 23515338.
- Al-Khatib SM, Allen LaPointe NM, Chatterjee R, et al. Rate- and rhythm-control therapies in patients with atrial fibrillation: a systematic review. *Ann Intern Med*. 2014; 160(11): 760–773, doi: [10.7326/M13-1467](https://doi.org/10.7326/M13-1467), indexed in Pubmed: 24887617.
- Lafuente-Lafuente C, Longas-Tejero MA, Bergmann JF, et al. Antiarrhythmics for maintaining sinus rhythm after cardioversion of atrial fibrillation. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012(5): CD005049, doi: [10.1002/14651858.CD005049.pub3](https://doi.org/10.1002/14651858.CD005049.pub3), indexed in Pubmed: 22592700.
- Lenarczyk R, Mitreǵa K, Mazurek M, et al. Polish and European management strategies in patients with atrial fibrillation. *Pol Arch Med Wewn*. 2016; 126(3): 138–148, doi: [10.20452/pamw.3322](https://doi.org/10.20452/pamw.3322).
- Verma A, Kalman JM, Callans DJ. Treatment of Patients With Atrial Fibrillation and Heart Failure With Reduced Ejection Fraction. *Circulation*. 2017; 135(16): 1547–1563, doi: [10.1161/CIRCULATIONAHA.116.026054](https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.026054), indexed in Pubmed: 28416525.
- Hsu LF, Jais P, Sanders P, et al. Catheter ablation for atrial fibrillation in congestive heart failure. *N Engl J Med*. 2004; 351(23): 2373–2383, doi: [10.1056/NEJMoa041018](https://doi.org/10.1056/NEJMoa041018), indexed in Pubmed: 15575053.
- Gentlesk PJ, Sauer WH, Gerstenfeld EP, et al. Reversal of left ventricular dysfunction following ablation of atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2007; 18(1): 9–14, doi: [10.1111/j.1540-8167.2006.00653.x](https://doi.org/10.1111/j.1540-8167.2006.00653.x), indexed in Pubmed: 17081210.
- Ullah W, Ling LH, Prabhu S, et al. Catheter ablation of atrial fibrillation in patients with heart failure: impact of maintaining sinus rhythm on heart failure status and long-term rates of stroke and death. *Europace*. 2016; 18(5): 679–686, doi: [10.1093/europace/euv440](https://doi.org/10.1093/europace/euv440), indexed in Pubmed: 26843584.
- Di Biase L, Mohanty P, Mohanty S. Ablation vs. 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(17): 1637–1644, doi: [10.1161/CIRCULATIONAHA.115.019406](https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.115.019406), indexed in Pubmed: 27029350.
- Packer DL, Kowal RC, Wheelan KR, et al. STOP AF Cryoablation Investigators. 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(16): 1713–1723, doi: [10.1016/j.jacc.2012.11.064](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2012.11.064), indexed in Pubmed: 23500312.
- Van Belle Y, Janse P, Rivero-Ayerza MJ, et al. Pulmonary vein isolation using an occluding cryoballoon for circumferential ablation: feasibility, complications, and short-term outcome. *Eur Heart J*. 2007; 28(18): 2231–2237, doi: [10.1093/eurheartj/ehm227](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehm227), indexed in Pubmed: 17569680.
- Cappato R, Calkins H, Chen SA, et al. Updated worldwide survey on the methods, efficacy, and safety of catheter ablation for human atrial fibrillation. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2010; 3(1): 32–38, doi: [10.1161/CIRCEP.109.859116](https://doi.org/10.1161/CIRCEP.109.859116), indexed in Pubmed: 19995881.
- Di Biase L, Gaita F, Toso E, et al. Does periprocedural anticoagulation management of atrial fibrillation affect the prevalence of silent thromboembolic lesion detected by diffusion cerebral magnetic resonance imaging in patients undergoing radiofrequency atrial fibrillation ablation with open irrigated catheters? Results from a prospective multicenter study. *Heart Rhythm*. 2014; 11(5): 791–798, doi: [10.1016/j.hrthm.2014.03.003](https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2014.03.003), indexed in Pubmed: 24607716.
- Link MS, Haïssaguerre M, Natale A, et al. Ablation of atrial fibrillation: patient selection, periprocedural anticoagulation, techniques, and preventive measures after ablation. *Circulation*. 2016; 134(4): 339–352, doi: [10.1161/CIRCULATIONAHA.116.021727](https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.021727), indexed in Pubmed: 27462054.
- Nademanee K, Amnueyapol M, Lee F, et al. Benefits and risks of catheter ablation in elderly patients with atrial fibrillation. *Heart Rhythm*. 2015; 12(1): 44–51, doi: [10.1016/j.hrthm.2014.09.049](https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2014.09.049), indexed in Pubmed: 25257091.
- Wilber DJ, Pappone C, Neuzil P, et al. ThermoCool AF Trial Investigators. Comparison of antiarrhythmic drug therapy and radiofrequency catheter ablation in patients with paroxysmal atrial fibrillation: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2010; 303(4): 333–340, doi: [10.1001/jama.2009.2029](https://doi.org/10.1001/jama.2009.2029), indexed in Pubmed: 20103757.
- Calkins H, Reynolds MR, Spector P, et al. Treatment of atrial fibrillation with antiarrhythmic drugs or radiofrequency ablation: two systematic literature reviews and meta-analyses. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2009; 2(4): 349–361, doi: [10.1161/CIRCEP.108.824789](https://doi.org/10.1161/CIRCEP.108.824789), indexed in Pubmed: 19808490.
- Bunch TJ, May HT, Bair TL, et al. Atrial fibrillation ablation patients have long-term stroke rates similar to patients without atrial fibrillation regardless of CHADS₂ score. *Heart Rhythm*. 2013; 10(9): 1272–1277, doi: [10.1016/j.hrthm.2013.07.002](https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2013.07.002), indexed in Pubmed: 23835257.
- Bunch TJ, May HT, Bair TL, et al. Five-year outcomes of catheter ablation in patients with atrial fibrillation and left ventricular systolic dysfunction. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2015; 26(4): 363–370, doi: [10.1111/jce.12602](https://doi.org/10.1111/jce.12602), indexed in Pubmed: 25534572.