

Najważniejszy postęp w technikach ablacyjnych w świetle Kongresu CARDIOSTIM 2000, Nicea, czerwiec 2000 r.

Ablacja ambulatoryjna

Grupa z Genewy [1] przedstawiła doświadczenia z ablacją wykonaną ambulatoryjnie u 147 chorych (83 mężczyzn i 64 kobiet w wieku 18–86 lat) w znieczuleniu miejscowym po premedykacji lorazepamem i (w kilku przypadkach) medazolamem. Wskazaniem do ablacji były bardzo objawowe częstoskurcze w łączy AV (63), zespół WPW (33), trzepotanie przedsionków (25), częstoskurcz przedsionkowy (5), ogniskowe migotanie przedsionków (7), odporne migotanie przedsionków zakwalifikowane do ablacji łączy AV (10) i częstoskurcz komorowy (4). Zabieg był skuteczny u 147 pacjentów (98%), zaś 133 (90%) opuściło szpital jeszcze tego samego dnia, w którym przeprowadzono ablację (średnia pobytu $4,3 \pm 2,1$ h), natomiast pozostałych 13 (w tym 9 po ablacji łączy AV) — następnego dnia (tylko jeden pacjent wymagał krótkiej hospitalizacji z powodu niewydolności krążenia po ablacji AVN). Obserwowano jedynie trzy (2%) powikłania pozostające bez następstw: płyn w osierdziu, perforacja prawego przedsionka w czasie nakłucia transseptalnego i krwiak w miejscu wkłucia. Powyższe wyniki wskazują, że ablacja RF może być bezpiecznie i skutecznie wykonywana w warunkach ambulatoryjnych, co w znacznym stopniu zmniejsza koszty zabiegu.

Ablacja w migotaniu przedsionków

Dotychczas nie wskazano najskuteczniejszej i najbezpieczniejszej metody liniowej ablacji w obrębie lewego przedsionka, jednak najczęściej stosowane są linie na tylnej ścianie lewego przedsionka — w kształcie litery A, odwróconej litery U lub cyfry 7. Gaita i wsp. porównali powyższe trzy metody wyeliminowania migotania przedsionków, wykonane za pomocą krioablacji w czasie zabiegu chirurgicznego na zastawce dwudzielnej [2]. Badania Gaita i wsp. nie wykazały różnic w skuteczności zależnych od rodzajów linii i na tej podstawie wywnioskowano, że ablacja ograniczona do połączenia 4 żył

płucnych oraz tylnej części pierścienia mitralnego skutecznie i trwale przywraca rytm zatokowy u większości pacjentów.

Ablacja żył płucnych

Ostatnie doświadczenia wskazują, że prawie wszystkie napady migotania przedsionków zapoczątkowane są szybkimi wyładowaniami z okolic żył płucnych (PV). Ablacja PV stała się więc podstawową metodą leczenia tej arytmii. Jais i wsp. przeanalizowali wyniki ablacji PV wykonanej w ciągu ostatnich 5 lat u 200 chorych (ogółem 398 ablacji PV w 348 sesjach) [3]. U 105 chorych dla ablacji PV stosowano energię 50W, zaś u pozostałych — 95–30W. Bezpośrednio po ablacji oraz w 3–28 miesięcy po zabiegu wykonywano selektywną arteriografię lub tomografię komputerową żył płucnych. Jedynie u czterech chorych wystąpiły powikłania wymagające interwencji: jedna tamponada, jeden udar mózgu (w 36 h po zabiegu u chorego z utrwalonym migotaniem przedsionków), objawy septyczne (u 1 chorego) i jeden krwiak w okolicy moszny. U 10 chorych (7 po ablacji < 50W i 3 po ablacji < 30W) wystąpiło ostre zwężenie jednej (8) lub dwóch (2) żył płucnych. Tylko u chorych ze zwężeniem dwóch PV w dalszej obserwacji zanotowano objawy. W obserwacji odległej nie stwierdzono ani pogorszenia, ani poprawy, jednak u dwóch chorych po przerwaniu leczenia przeciwkrzepliwego wystąpiła zakrzepica PV. Wszystkie zwężenia (z wyjątkiem jednego) zlokalizowane były dystalnie w PV, blisko miejsca rozgałęzienia. U pacjenta ze zwężeniem ostialnym wykonano skuteczną angioplastykę balonową. Na podstawie powyższych informacji Jais i wsp. stwierdzili, że ryzyko powstania zwężenia PV jest mniejsze przy stosowaniu ablacji < 30W i przy aplikacji prądu RF w okolicy ujścia PV.

Atrial linear maze

Kompartymentalizacja prawego przedsionka (RA) jest obok ablacji PV podstawową metodą eliminowania migotania przedsionków. W swoich ba-

daniach D'Este i wsp. wykonywali 3 ciągłe linie ablacji [4]:

- na tylnej ścianie RA, łącząc żyłę próżną górną (SVC) z żyłą próżną dolną (IVC);
- wzdłuż przegrody międzyprzedsionkowej, między SVC a pierścieniem trójdzielny;
- wzdłuż cieśni, między IVC i zastawką trójdzielną.

Vester i wsp. wykonywali minimum 5 linii między SVC i IVC: linię przednią i tylną między SVC a pierścieniem trójdzielny, linię przechodzącą przez środek przegrody międzyprzedsionkowej oraz linię znajdującą się w okolicy cieśni [5]. Zarówno badania D'Este i wsp., jak i Vestera i wsp. wykazały, że zabieg kompartmentalizacji prawego przedsionka jest w pełni bezpieczny i pozwolił na wyeliminowanie arytmii lub wpłynął na poprawę kliniczną u 2/3 chorych z opornym na farmakoterapię migotaniem przedsionków.

Hall i wsp. próbowali określić, jakie znaczenie kliniczne ma pojawienie się nawrotu migotania przedsionków w krótkim czasie po zabiegu ablacji RF typu *maze* [6]. Analizując wyniki obserwacji 16 pacjentów (prowadzonej 25 ± 13 tygodni za pomocą telemetrii i rejestratora zdarzeń), stwierdzili, że brak nawrotów migotania w ciągu pierwszego tygodnia wskazuje na dalszy pomyślny przebieg kliniczny. Jeżeli migotanie przedsionków nie wystąpiło w pierwszym tygodniu po zabiegu, nie pojawiło się ono także w dalszej obserwacji. Niestety u 7 z 12 chorych w pierwszym tygodniu po zabiegu nawroty wystąpiły, jednak później już się nie pojawiły. Powyższe informacje świadczą o tym, że pomyślny przebieg kliniczny w pierwszym tygodniu po zabiegu wskazuje na odległy efekt zabiegu ablacji.

Porównanie dwóch metod, zabiegi hybrydowe (*maze* i ablacja PV)

Gaita i wsp. po przeprowadzeniu badań porównawczych dotyczących skuteczności i bezpieczeństwa dwóch typów ablacji (ablacji PV i kompartmentalizacji prawego przedsionka) stwierdzili, że liniowa kompartmentalizacja prawego przedsionka jest metodą bezpieczną (nie obserwowali powikłań), ale stosowana jako jedyna jest mało skuteczna [7]. W połączeniu z lekami przeciwarrytmicznymi jej skuteczność wzrasta do 30%. Z kolei tylko u 61% chorych udało im się wskazać kryteria predysponujące do wykonania ablacji ogniskowej żył płucnych. Skuteczność tego zabiegu była większa (43%), jednak powikłania częstsze (13%). Zatem długoterminowa skuteczność zarówno kompartmentalizacji, jak i ablacji PV była niska (< 50%). Kumagai i wsp. przedstawili wyniki ablacji cieśni między IVC a pierścieniem trójdziel-

nym oraz ogniskowej ablacji PV [8]. Zabiegi te wykonano u 24 chorych, u których jednocześnie występowało typowe trzepotanie (AFI) i migotanie (AFib) przedsionków. U 14 chorych wykonano tylko ablację cieśni (trwały efekt uzyskano u 29% pacjentów), a u 10 — dodatkowo ogniskową ablację PV (skuteczność 70%). Autorzy sugerują, że połączenie ablacji cieśni z ogniskową ablacją PV może skutecznie zapobiegać AFib u chorych z typowym AFI.

Ablacja RF w czasie zabiegu kardiochirurgicznego

Efekty ablacji RF wykonanej w czasie zabiegów chirurgicznych na zastawce mitralnej są satysfakcjonujące. Grupa z Trento u chorych z utrwalonym migotaniem przedsionków wykonywała z dobrym efektem odległym (86% chorych ze stabilnym rytmem zatokowym) śródoperacyjną izolację żył płucnych, za pomocą ablacji RF z użyciem elektrody w kształcie pióra z końcówką schładzaną solą, oraz krioablacji okolicy „ku tyłowi” za ujściem zatoki wieńcowej [9]. O skuteczności zabiegu świadczyły znaczne opóźnienie potencjału lewego przedsionka w strefie wykonanej ablacji. Ablacja RF w czasie operacji zastawki mitralnej na otwartym sercu jest metodą charakteryzującą się dużą skutecznością i małym ryzykiem powikłań, co wskazuje na jej wielką przydatność w leczeniu arytmii.

Arytmie nadkomorowe po kardiochirurgii (*scar reentry*)

Montovan i wsp. przeprowadzili analizę utrwalonych arytmii nadkomorowych (pojawiających się po zabiegach naprawczych ubytku w przegrodzie międzyprzedsionkowej stosunkowo często), które dotychczas nie były systematycznie badane [10]. Na podstawie ponad 5-letniej obserwacji 103 chorych po korekcie ASD II (89% chorych), *situs venosus* (10%) i 10 chorych po korekcie ASD I (1%), połączonej z chirurgiczną korektą zastawki mitralnej, Montovan i wsp. stwierdzili, że arytmie nadkomorowe nie występują zbyt często (12% badanej grupy), zaś arytmie związane z *reentry* wokół blizny dotyczyły tylko 4 chorych (3,9%). Najczęściej pojawiało się migotanie przedsionków, szczególnie u osób starszych (po 50 rż.) i osób z chorobą zastawki dwudzielnej (43%). Substraty tego rodzaju wewnątrzprzedsionkowych częstoskurczów nawrotnych (IART) są bardzo różne, zależą od indywidualnych cech anatomicznych, sposobu postępowania chirurgicznego i stopnia zwłóknienia przedsionka. Anne i wsp. zauważyli jednak między nimi pewne

podobieństwa i wskazali miejsca, w których wykonanie ablacji przynosi dobry efekt [11]. W badanej grupie 25 chorych (17 po korekcji wad wrodzonych i 8 z wadami zastawkowymi) wykonali oni 30 zabiegów ablacji. Zmapowali 78 obwodów pobudzeń nawrotnych, z których ablacja 53 była skuteczna w 91%. Mimo różnorodności przebiegu pętli *reentry* 2 miejsca powtarzały się jako krytyczne dla przerwania obwodu częstoskurczu: cieśń między żyłą próżną dolną (IVC) i pierścieniem trójdzielnym (u 17 chorych, 35%) oraz przestrzeń między IVC i bliźną po atriotomii (u 11 chorych, 23%). Anne i wsp. sugerują, że znajomość anatomii oraz położenia najczęściej występujących pętli *makroreentry* (które można łatwo zlokalizować) pozwala na osiągnięcie wysokiej skuteczności w leczeniu IART za pomocą ablacji. Dzięki temu można również w znacznym stopniu ograniczyć konieczność stosowania droższych technik elektroanatomicznego mapowania przedsionka.

Ablacja częstoskurczu komorowego

Arytmogenna dysplazja prawej komory

W badaniach Kautznera i wsp. arytmogenna dysplazja prawej komory (ARVD) dotyczyła 7% spośród 109 przypadków wywołanego stymulacją częstoskurczu komorowego (VT) [12]. Aplikację prądu RF wykonywano w miejscu wyjścia (*exit site*) ustalonego na podstawie kryteriów *entrainment* w czasie stymulacji o 20–50 ms krótszej od cyklu VT i obecności potencjałów diastolicznych. Ablacja w tak wybranym miejscu była skuteczna u 5 z 7 chorych.

Carbucicchio i wsp. także potwierdzili, że ablacja jest skuteczna u około 70% chorych z ARVD i dobrze tolerowanym VT, ale jeżeli częstoskurcze są źle tolerowane ($RR_s < 60$ mm Hg), skuteczność jest wyraźnie mniejsza (40%) i należy wszczepić ICD [13].

Częstoskurcz pochodzący z lewej komory

Ablacja częstoskurczu pochodzącego z lewej komory, zwłaszcza z jej drogi odpływu, nie jest zabiegiem prostym, ponieważ wiąże się on z wystąpieniem groźnych powikłań. Zatem istotne jest, aby rozpoznawać częstoskurcz z powierzchniowego EKG. Autorzy japońscy z Kanagawy porównali elektrokardiogramy pacjentów z częstoskurczami pochodzącymi z drogi odpływu prawej komory (RVOT-VT) oraz podzastawkowymi (infra Ao) i nadzastawkowymi (supra Ao) częstoskurczami z drogi odpływu lewej komory (LVOT-VT) [14]. W 12-odprowadzeniowym EKG u wszystkich badanych chorych stwierdzono wysokie R w II, III i aVF oraz S w I u 96%

pacjentów, a także strefę przejściową R w odprowadzeniach przedsercowych między V_1 i V_2 . W 87% przypadków supra Ao LVOT-VT brakowało S w V_5 i V_6 , a u wszystkich infra Ao LVOT-VT w V_5 i V_6 występowała konfiguracja Rs.

Hara i wsp. spróbowali określić za pomocą mapowania *entrainment* najwłaściwsze miejsca do wykonania ablacji w idiopatycznym częstoskurczu pochodzącym z lewej komory [15]. U 10 chorych wykonali ablacje 24 pętli *reentry*: 14 w miejscu wyjścia (*exit site*), 2 w części proksymalnej (*proximal site*) i 8 w pętli zewnętrznej (*outer loop site*). Prąd RF przerywał częstoskurcz w 86% miejsc wyjścia, 38% pętli zewnętrznej i nigdy w części proksymalnej. Na podstawie powyższych informacji Hara i wsp. stwierdzili, że miejscem krytycznym do wykonania ablacji i miejscem idiopatycznym częstoskurczu z lewej komory powinno być miejsce wyjścia w pętli *reentry*.

Nowe rozwiązania techniczne

System CARTO

Pięć lat temu do praktyki klinicznej wprowadzono fluoroskopowy system CARTO, który za pomocą pola magnetycznego kieruje elektroanatomiczną nawigacją w sercu. Dotychczasowe doświadczenia potwierdzają, że jego wprowadzenie pozwoliło na istotne zwiększenie skuteczności, a przede wszystkim bezpieczeństwa zabiegów ablacji. System CARTO jest szczególnie przydatny w wypadku ektopowego częstoskurczu przedsionkowego oraz migotania i trzepotania przedsionków. Pozwala on na precyzyjne wyznaczenie przebiegu pętli *reentry*, a tym samym na wyznaczenie najkorzystniejszego miejsca ablacji oraz na renawigację końcówki elektrody ablacyjnej w wybrane punkty. Potwierdzają to liczne doniesienia prezentowane na Kongresie. System CARTO przydaje się również w przypadkach arytmii po zabiegach kardiochirurgicznych, ponieważ pozwala na rozpoznanie różnych mechanizmów trzepotania przedsionków, które bardzo często pojawiają się po korekcji ASD i transpozycji wielkich naczyń. Skuteczna ablacja dróg dodatkowych przewodzących „w dół” z dekrementem (MF, włókna Mahaima) przeważnie wymaga długiej procedury i powtarzanych sesji. W czasie „mapowania” przedsionkowej części drogi obecność bloku wywołanego mechanicznie zazwyczaj uniemożliwia wykonanie skutecznej ablacji. Ablacja dystalnej części MF może być powikłana blokiem prawej odnogi pęczka Hisa i spowodować podtrzymywanie nieustającego (*incessant*) częstoskurczu. Aby uniknąć bloku odnogi, Aquiar i wsp. posłużyli się systemem trójwymiarowej na-

wigacji elektroanatomicznej za pomocą systemu CARTO [16]. Wyznaczenie przebiegu MF na podstawie rejestracji potencjałów i zaznaczenie miejsca występowania bloku mechanicznego pozwoliło na wykonanie skutecznej ablacji części dystalnej MF u 5 z 7 chorych, a co ważniejsze — części przedsionkowej na bocznej ścianie pierścienia trójdzielnego. Takie położenie nie pozwala na stabilne utrzymanie elektrody ablującej w wybranym punkcie. Zastosowanie systemu CARTO pozwala na wielokrotne precyzyjne przemieszczenie elektrody ablującej w to samo miejsce dla dokończenia aplikacji RF. Wymagało to mapowania 26–51 punktów w czasie 40–65 min (przy czasie fluoroskopii wynoszącym 13–20 min). System CARTO pozwala na bezpieczną i trwałą eliminację MF.

Bezkontaktowy system mapowania

Trójwymiarową dynamiczną kolorową mapę izopotencjałów można uzyskać za pomocą bezkontaktowej elektrody wielobiegunowej rejestrującej potencjały z powierzchni wsierdza (NCM, *non-contact mapping*). Posłużenie się taką trójwymiarową mapą ułatwia wyznaczenie linii dla ablacji prawego przedsionka w wypadku napadowego migotania przedsionków (PAF), a następnie po aplikacji RF umożliwia sprawdzenie ciągłości i szczelności wykonanej linii ablacji poprzez wykazanie późniejszej aktywacji obszarów oddzielonych linią. Gasparini i wsp. przedstawili wyniki liniowej ablacji prawego przedsionka z użyciem NCM u 12 chorych z idiopatycznym migotaniem przedsionków [17]. Trójwymiarową rekonstrukcję prawego przedsionka (RA) uzyskiwano za pomocą wielobiegunowego cewnika balonowego (EnSite). Wykonano linie ablacyjne w cieśni między IVC a pierścieniem trójdzielnym oraz między SVC a IVC, poprzez *fossa ovalis*, z tyłu za zatoką wieńcową. Na podstawie kolorowej mapy izopotencjałów i izochronów w czasie stymulacji zatoki wieńcowej, bocznej ściany RA i po obu stronach wykonanych linii potwierdzano szczelność linii ablacji. Średni czas fluoroskopii wynosił 200 min. Po ablacji wykonanej tą metodą u 41% chorych nie występowały nawroty arytmii. System ten może również przynieść nowe informacje diagnostyczne. Betts i wsp. z powodzeniem użyli go do odróżnienia arytmogenicznej dysplazji prawej komory od idiopatycznego częstoskurczu w drodze odpływu prawej komory (IRVOTT) [18]. Metoda NCM potwierdza, że częstoskurcz komorowy w ARVD ma charakter *makro-reentry* z potencjałami diastolicznymi widocznymi 30–60 ms przed QRS. W IRVOTT wczesna aktywacja pojawiająca się 5–30 ms przed QRS nie ma charakteru potencjałów diastolicznych i rozprzestrze-

nia się promieniście na szerokim obszarze. Po ablacji nawroty VT obserwowano jedynie w grupie ARVD.

Energia pulsacyjna

Ablacja trzepotania przedsionków i częstoskurczu przedsionkowego związanego z obecnością bliźny wymaga wielu aplikacji w celu uzyskania długiej linii ablacji. Ten sam efekt długiej i głębokiej linii ablacji można uzyskać, stosując nowszą technikę (BARD), która wykorzystuje energię pulsacyjną z nowego generatora RF (Quadropulse) oraz elektrodę wielopunktową (cztery 4-milimetrowe pierścienie, każdy z termoparą) z możliwością kontrolowania temperatury i impedancji (Sidewinder). Według Kongsarda i wsp. najlepszy efekt uzyskuje się podczas monitorowania ablacji za pomocą impedancji (aplikacje po 60 s max 60W, z dwóch pierścieni jednocześnie, energia wzrastająca w ciągu 30 s do uzyskania spadku impedancji $\leq 15 \Omega$) [19]. W przeprowadzonych przez Erdogan i wsp. badaniach *in vitro* i *in vivo* udowodniono, że dzięki energii pulsacyjnej wzrasta homogenność linii ablacji (bardziej niż przy zastosowaniu energii ciągłej), a ponadto zmiany o większej średnicy można uzyskać w krótszym czasie [20].

Cewnik „lasso” do mapowania żył płucnych

Grupa z Bordeaux [21] udowodniła, że 10–12-biegunowe minielektrody (Biosense-Webster) zakończone pętlą o średnicy 10–12 mm doskonale nadają się do mapowania potencjałów żył płucnych. Wprowadzone do lewego przedsionka (poprzez nakłucie transseptalne) można łatwo umieścić w ujściu obu górnych i lewej dolnej żyły płucnej, co umożliwia jednoczesną rejestrację potencjałów ze wszystkich nakłutych miejsc. Gdy minielektrody zostaną ułożone dystalnie, można uzyskać (przez 3 h) stabilny zapis aktywacji oraz monitorować potencjały w czasie ablacji, której pozytywnym efektem jest zniknięcie dystalnych potencjałów PW. W okolicy ujścia żył ostre potencjały PV rejestrowane były 2-biegunowo na wszystkich pierścieniach, wskazując na lokalizację mięśnia okrężającego. W położeniu dystalnym potencjały PV widoczne były tylko w niektórych odcinkach obwodu i układały się na 3 sposoby:

- synchroniczne potencjały PV w jednym sektorze, wskazujące na szeroką wiązkę wymagającą wykonania długiej, ciągłej linii ablacji RF, w wyniku której stopniowo eliminowane są dystalne potencjały PV;
- potencjały PV ograniczone do 1 lub 2 par pierścieni, wskazujące na wąską wiązkę;
- sekwencyjna aktywacja potencjałów PV (kaska-

da), wskazująca na skośny lub śrubowy przebieg wiązki i wymagające eliminacji pojedynczymi aplikacjami RF.

Cewniki wielopunktowe

W przypadku migotania przedsionków ablacja wymaga wielokrotnie powtarzanej, punkt po punkcie, aplikacji prądu RF. Problem ten rozwiązuje użycie odpowiednio wyprofilowanych elektrod wielobiegunowych pozwalających na wykonanie tzw. fazowej ablacji liniowej RF w obrębie prawego i lewego przedsionka. W swoich badaniach Strobel i wsp. potwierdzili przydatność tego typu elektrod [22]. W obrębie RA linie przeprowadzono na tylnie ścianie przedsionków (między SCV i IVC) oraz w cieśni. Jeżeli migotanie przedsionków nawracało, wykonywano fazową ablację liniową w lewym przedsionku:

- od zastawki mitralnej (MV) do prawej górnej żyły płucnej (RSPV);
- od MV do LSPV;
- od RSPV do LSPV;
- na sklepieniu LA.

W doświadczeniach przeprowadzonych na zwierzętach Rebollo i wsp. udowodnili przydatność 32-biegunowej elektrody koszykowej (*basket catheter*) do mapowania oraz do topostymulacji przedsionka [23]. Uzyskano rozdzielczość równą od 0,8–3,0 cm (średnio 1,6 cm). Największą rozdzielczość przestrzenną wykazano w dolnej części prawego przedsionka.

Innym wielopunktowym cewnikiem ablacynym jest cewnik ThermaLine (Boston Scientific), dzięki któremu w pojedynczej aplikacji można uzyskać linię ablacji długości do 95 mm (za pomocą tego cewnika Senatore i wsp. wykonali również ablację migotania przedsionków w czasie zabiegów chirurgicznej korekty wady mitralnej) oraz cewnik bezkontaktowy umieszczony na balonie, a także cewnik balonowy do ablacji (EPT) [24]. Cewnik balonowy składa się z balonu o średnicy 10–15 mm, który posiada centralne światło i wypełniony jest mieszaniną 9% roztworu soli ze środkiem kontrastowym, z pierścienia zbudowanego z półprzepuszczalnego materiału (umożliwiającego przepływ jonów i elektryczności) oraz z czujnika temperatury. Poszczególne części cewnika są umieszczone na sterownym cewniku 9F. Już pierwsze wielośrodkowe badania przeprowadzone przez Aretza i wsp. wykazały, że cewnik ten pozwala na bezpieczne uzyskanie okrężnej linii ablacji (z możliwością optymalizacji rozległości i głębokości penetracji energii) w obrębie prawego i lewego przedsionka, w zatoce wieńcowej, żyłach próżnej górnej i żyłach płucnych [25].

Cewniki z końcem chłodzonym roztworem soli

Czynne oziębiane elektrody w czasie ablacji prądem RF pozwala na zastosowanie dużej energii bez ryzyka utworzenia skrzepliny (fakt ten potwierdzili za pomocą badania histologicznego Wong i wsp. [26]). U dwóch pacjentów z sarkoidozą, oczekujących na transplantację z powodu niewydolności serca, Wong i wsp. wykonali ablację częstoskurczu komorowego: u pierwszego chorego — na pograniczu blizny, u drugiego — w drodze odpływu prawej komory. Badanie eksplantowanych serc (wykonane 10–25 dni po transplantacji) uwidoczniło rozległe (30 × 15 mm) i głębokie (do 18 mm) zmiany komórek mięśnia sercowego, sięgające aż do obszarów zwłóknienia i warstwy nasierdziowej. W histologicznych miejscach ablacji występowała martwica koagulacyjna ze zmianami krwotocznymi otoczonymi naciekami granulocytów. Elektrody mogą mieć końcówkę opłukiwaną solą w układzie otwartym lub zamkniętym. Badania termograficzne przeprowadzone przez Ficka i wsp. wskazały, że najodpowiedniejszą temperaturę w głębszych warstwach tkanek można uzyskać, stosując cewnik z 4-milimetrową elektrodą opłukiwaną solą (IT) [27]. Nieznacznie gorszą kinetykę termiczną wykazuje klasyczna elektroda 8-milimetrowa, a zdecydowanie gorszą — elektroda standardowa o końcówce 4-milimetrowej (pomiar temperatury w warstwach 0–8 mm od końcówki elektrody po 55 s ablacji). Powyższe dane zostały potwierdzone przez Lagrange i wsp., którzy przeprowadzili prospektywne, wielośrodkowe badania na podstawie wyników ablacji uzyskanych u 145 chorych z typowym trzepotaniem przedsionków [28]. Ablacje wykonane elektrodami IT okazały się równie bezpieczne, a nawet skuteczniejsze niż klasyczne ablacje z zastosowaniem 8-milimetrowej elektrody ablującej. Lagrange i wsp. udowodnili również, że elektroda IT jest bardzo przydatna podczas wykonania reablacji z powodu nawrotów arytmii.

Specjalne elektrody IT (w kształcie spirali), które mogą być wprowadzane do przedsionków i ujęć żylnych, można także zastosować do ablacji PV, co (w eksperymencie przeprowadzonym na zwierzętach) udowodniła grupa z Bordeaux [29]. Według Petersen i wsp. użycie elektrody IT nie wymaga dodatkowego zastosowania energii pulsacyjnej, gdyż nie zwiększa to efektywności ablacji ani głębokości penetracji tkanek [30]. Petersen i wsp. uważają, że z powodu zwiększenia przewodnictwa cieplnego (dzięki zastosowaniu płynu irygacyjnego) użycie elektrody IT powoduje niepotrzebne wydatkowanie energii aplikacji na dobrze przewodzące otoczenie elektrody

i w konsekwencji tkanki są penetrowane przez mniejszą ilość energii. Badania *in vitro* przeprowadzone przez He i wsp. (choć wymagają jeszcze potwierdzenia badaniami *in vivo*) wykazały, że problem ten można rozwiązać, zmniejszając szybkości przepływu płynu z obecnie stosowanego 14–20 do 5 ml/min, co zapewni wystarczające oziębienie końcówki elektrody przy jednoczesnym zmniejszeniu temperatury między powierzchnią tkanki a jej głębszymi warstwami [31].

Ablacja laserowa

Menz i wsp. w doświadczeniach przeprowadzonych na zwierzętach w czasie zabiegu *maze* zastosowali dwie techniki w celu uzyskania liniowych zmian wokół żył płucnych i beleczkowanej wolnej ściany (w lewym przedsionku), w okolicy *isthmus* (w prawym przedsionku), między żyłą próżną dolną i zastawką trójdzielną oraz na gładkiej ścianie tylnej [32]. Porównywano skuteczność ablacji prądem RF z użyciem elektrody z 4-milimetrową końcówką i ablacji z użyciem 400-milimetrowego włókna laserowego ND:YAG (*Neodymium:Yttrium Aluminium-Garnet Laser*) w odległości 5, 10 i 15 mm od

tkanki. Oceniono 598 linii i wykazano jednakową skuteczność obu technik w uzyskaniu liniowej ablacji wokół żył płucnych i w okolicy cieśni, z wyraźną przewagą techniki laserowej na wolnych ścianach przedsionków. W czasie ablacji RF częściej stwierdzano również powierzchowne zwęglenie tkanek.

Podwójne nakłucie transeptalne

Jednoczesne mapowanie dwóch żył płucnych jest przydatną metodą w zabiegu ablacji wykonywanej w przypadku napadowego migotania przedsionków (problem techniczny stanowi jedynie punkcja transeptalna). Hsieh i wsp. porównali bezpieczeństwo umieszczenia dwóch długich koszulek z pojedynczego (114 chorych) i podwójnego nakłucia przegrody międzyprzedsionkowej [33]. Stwierdzili, że obie metody są tak samo bezpieczne i skuteczne (98%), lecz podwójna punkcja jest metodą polecaną, ponieważ rzadziej prowadzi do jatrogennego ASD (4% vs 30%).

Anna Maria Wnuk-Wojnar
I Katedra i Klinika Kardiologii
Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach

Piśmiennictwo

1. Bettoni M., Zimmermann M., Maury P. Safety and feasibility of catheter ablation on outpatient basis. *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-55.
2. Gaita F., Gallotti R., Riccardi R., Manasse E., Garberoglio L., Caponi D., Scaglione M., Nicolini F., Gasparini M. Follow-up of three different patterns of cryolesions limited to posterior left atrium in patients with chronic atrial fibrillation and valvular disease. *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-52.
3. Jais P., Haissaguerre M., Shah D., Hocini M., Garrigue S., Peng J., Yamane T., Clementy J. Pulmonary vein ablation in 200 consecutive patients. *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-54.
4. Deste D., Bertaglia E., Zerbo F., Michieletto M., Pasotto P. Right atrial compartmentalization using radiofrequency catheter ablation for management of patients with refractory atrial fibrillation. *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-141.
5. Vestern E., Dobran I., Niebch V., Zuhlke C., Dees H., Hennesdorf M. Multilinear radiofrequency ablation in the right atrium for the sustained suppression of paroxysmal atrial fibrillation. *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-142.
6. Hall J., Sanchez J., Calkins H., Ellenbogen K., Wood M., Kay N. Time course and clinical significance of atrial fibrillation recurrence after catheter maze ablation. *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-51.
7. Gaita F., Riccardi R., Scaglione M., Caponi D., Garbero L., DiDonna P., Coda L., Bochchiardo M., Solano A. Catheter ablation of paroxysmal atrial fibrillation: Comparison of outcomes between right atrial linear and pulmonary veins ablation. *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-141.
8. Kumagai K., T. Gojo H., Yasuda T., Matsumoto N., Tamari H., Noguchi H., Yamanouchi Y. Hybrid ablation of the isthmus and focal origin for atrial fibrillation with typical atrial flutter. *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-140.
9. Inama G., Graffigna A., Martinelli L., Gazzaniga P., Tovenà D., Disertori M. Electrophysiologic findings after open chest endocardial radiofrequency pulmonary vein isolation. *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-52.
10. Mantovan R., Pedrocco A., Viani S., Giujusa T., Ius P., Franceschini E., Chirillo F., Marton F., Giommi L., Valfre C., Stritoni P. Sustained supraventricular arrhythmias after atrial septal defect repair. *Europace* 2000; 1 (supl. D), D-51.
11. Anne W., Willems R., van Rensburg H., Ector H., Heidbuchel H. Ablation for post-surgical atrial tachycardia: predilection target sites and outcome. *Europace* 2000; 1 (supl. D), D-138.

12. Kautzner J., Cihak R., Vancura V., Bytesnik J. Radiofrequency catheter ablation of a substrate for ventricular tachycardia in arrhythmogenic right ventricular dysplasia. *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-143.
13. Carbucicchio C., Della Bella P., Galimberti P., Bentivegna S., Fassini G., Tondo C. Tolerated and non-tolerated right ventricular tachycardia in patients with arrhythmogenic right ventricular dysplasia: which role for radiofrequency catheter ablation? *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-144.
14. Hachiya H., Aonuma K., Yamauchi Y., Harada T., Nogami A., Iesaka Y., Hiroe M., Kyosai Y. The electrocardiographic criteria of left ventricular outflow tract tachycardia. *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-54.
15. Harada T., Aonuma K., Yamauchi Y., Hachiya H., Yokoyama Y., Tomita Y., Suzuki F. Catheter ablation of idiopathic left ventricular tachycardia: identification of target sites by entrainment mapping technique. *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-54.
16. Aquiar C., Adragao P., Mittmann-Braun E., Morgado F., Mesquita A., Timoteo A., Bonhorst D., Seabra-Gomez R. Ablation of atriofascicular Mahaim fibers using 3-dimensional electroanatomical mapping (CARTO System). *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-116.
17. Gasparini M., Mantica M., Galimberti P., Ceriotti C., Turco P. Right atrial linear ablation using a non-contact mapping system to prevent paroxysmal atrial fibrillation in humans. *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-142.
18. Betts T., Roberts P., Allen S., Morgan J. Differentiation of right ventricular tachycardias by non-contact mapping. *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-117.
19. Kongsgaard E., OCallaghan Maarouf N., Rowland E. Comparison by different monitoring modes for radiofrequency ablation using a novel, pulsed energy system. *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-50.
20. Erdogan A., Roederich H., Carlsson J., Reinisch P., Neuzner J., Pitschner H. Diameter of linear lesions induced with multipolar ablation catheters: In vitro and in vivo comparison of pulsed versus continuous radiofrequency energy delivery. *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-142.
21. Hocini M., Haissaguerre M., Shah D., Jais P., Chauvin M., Garrigue S., Peng J., Fuimaono K., Pike R., Clementy J. Circumferential pulmonary vein catheter for mapping guided ablation of atrial fibrillation. *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-52.
22. Strobel J., Calkins H., Ellenbogen K., Wood M., Hall J., Kay G. Phased linear radiofrequency ablation of atrial fibrillation: results of a staged prospective protocol. *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-144.
23. Rebollo J., Madrid A., del Rey J., Alvarez T., Pascual C., De Castro A., Moro C. Evaluation of atrial topostimulation with a multipolar basket catheter. Study in an experimental model. *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-138.
24. Senatore G., Saviolo R., Centofanti P., Di Summa M., Fazzari M. Relation between power and temperature during intraoperative radiofrequency catheter ablation: implications for larger electrodes use. *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-144.
25. Arentz T., Rouzet F., Hocini M., Jais P., Shah D., Haissaguerre M., Kalushe D., Lavergne T., Arnett D. Circumferential ablation in vivo in cardiac tissue with a new microporus radiofrequency balloon catheter. *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-147.
26. Wong K.-L., Ho R., Pavri B., Callans D., Marchliński F., Kocovic D. Ablation of ventricular tachycardia with saline-cooled radiofrequency catheter: anatomic and histologic characteristics of lesions in humans. *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-49.
27. Fick M., Gindele F., Dorwarth U., Muessig D., Schmidt R. Characterization of the temperature kinetics of conventional vs cooled ablation system using thermography. *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-51.
28. Lagrange P., Lagrange A., Arentz T., Boveda S., Defaye P., Esoaliat E., Penot J.-P., Deluche L., Blanc P. First procedure for ablation of common atrial flutter: Comparison of irrigated tip versus 8 mm tip catheters. *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-141.
29. Lavergne T., Jais P., Fuimaono K., Shah D., Hocini M., Tian Peng J., Yamano T., Clementy J., Pyke R., Haissaguerre M. Assessment of a new curvilinear irrigated catheter for radiofrequency ablation. *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-
30. Petersen H., Svendsen J., Haunso S., Packer D. Is there virtual electrode effect during irrigated tip ablation? *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-145.
31. He D., Frazier B., Wong Y., Yool A., Marcus F. The effects of different perfusion rates on intra-myocardial temperatures using an irrigated catheter. *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-146.
32. Menz V., Scholz S., Baumgartel D., Hoffmann J., Grimm W., Moosdorf R., Maisch B. ND:YAG laser is more effective than radiofrequency current to create linear transmural lesions in the atria of swine hearts. *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-52.
33. Hsieh M.-H., Tai C.-T., Tsai C.-F., Yu W.-C., Lin Y.-K., Ding Y.-A., Chang M.-S., Chen S.A. The safety of single or double transseptal punctures in ablation of paroxysmal atrial fibrillation originating from pulmonary veins. *Europace* 2000; 1 (supl. D): D-53.

