

# Kryoablation vid förmaksarytmi – säker och smärtfri behandling

Erfarenheter från Karolinska Universitetssjukhusets hjärtklinik



**PER INSULANDER**, överläkare  
per.insulander@karolinska.se  
**GÖRAN KENNEBÄCK**, med dr,  
överläkare  
**FARIBORZ TABRIZI**, bitr överläkare

**CHRISTER WREDLERT**, leg  
sjukskötare  
**MATS JENSEN-URSTAD**, docent,  
överläkare; samtliga hjärtklinikern,  
Karolinska Universitetssjukhuset Huddinge

Radiofrekvensablation har under det senaste decenniet utvecklats till ett förstahandsalternativ för behandling av supraventrikulära takykardier. Det används också i allt större utsträckning med lovande resultat för patienter med farmakologiskt svårbehandlade och symtomatiska förmaksflimmer [1-3]. Vissa allvarliga komplikationer till radiofrekvensablation förekommer emellertid. Atrioventrikulära (AV) block II-III inträffar i upp till 1 procent av fallen vid behandling av AV-nodal återkopplingstakykardi och i upp till 10 procent vid behandling av accessoriska banor i omedelbar närhet till AV-noden och His' bunt [4-8]. Lungvensstenoser och atrioesofageala fistlar är relativt ovanliga men mycket allvarliga komplikationer vid ablation av förmaksflimmer [9-11].

En alternativ teknik är kryotermisk ablation. Kryoablation har använts för att behandla arytmier peroperativt i samband med öppen hjärtkirurgi i 30 år. Under senare år har kryoablationssystem för transvenös användning utvecklats och kommit i klinisk användning [12, 13]. Vid kryoablation fryser kateterspetsen fast mot endokardiet under behandlingen. Detta medför mindre lesioner jämfört med radiofrekvenstekniken, där kateterspetsen rör sig i samband med ablation. I situationer då större områden ska behandlas, som vid linjära ablationer, kan detta vara en nackdel.

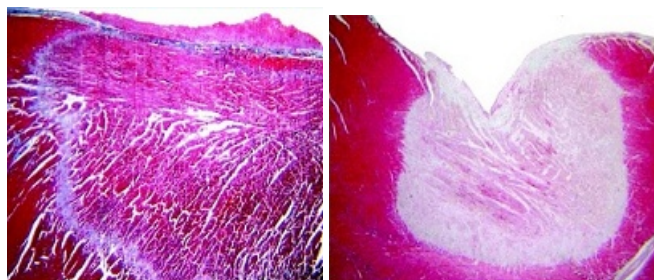
Vävnadsskadan vid kryoablation skiljer sig från den som erhålls vid radiofrekvensenergi genom en mer distinkt avgränsad demarkationszon, med bättre bevarad omkringliggande vävnadsstruktur (Figur 1). I djurförsök har man funnit minimal trombbildning och inte heller noterat det slag av bindvävsförändring som kan leda till stenobildning [14]. Lungvensstenoser efter lungvensisolering med kryoteknik har inte heller rapporterats på människa [13, 15].

En stor fördel för patienten är att kryoablation är smärtfri. Radiofrekvensablation i närheten av v cava inferior, som vid motursroterat istmusberoende förmaksfladder (klassiskt förmaksfladder), ibland vid ablation av AV-nodal återkopplingstakykardi och kring lungvenerna, kan vara smärtsam.

En peroperativ fördel med kryoablation är att man kan testbehandla ett potentiellt område med begränsad temperatur-sänkning till  $-30^{\circ}\text{C}$  innan icke-reversibel behandling ges med temperatur omkring  $-70^{\circ}\text{C}$ . Eventuella oönskade effekter på det normala retledningssystemet är helt reversibla under denna testfas.

## METOD OCH PATIENTER

Vi har utfört ablation med kryokateter med 6 mm spets hos 111 konsekutiva patienter med AV-nodnära arytmisubstrat (105



**Figur 1.** Bilden till vänster visar lesion efter radiofrekvensablation. Bilden till höger visar lesion efter utförd kryoablation, där man ser en väl avgränsad demarkationszon utan påverkan på omkringliggande vävnad, vilket skiljer lesionen från den som åstadkoms vid radiofrekvensablation. Bilderna publiceras med tillstånd från CryoCath Technologies, Inc, Ontario, Kanada.

AV-nodala återkopplingstakykardier, 5 AV-nodnära accessoriska banor och en AV-nodnära ektopisk förmakstakykardi) och hos 43 konsekutiva patienter med paroxysmalt förmaksflimmer (Tabell I). I den senare gruppen hade alla normalstora hjärtrum och saknade annan associerad sjukdom förutom eventuell välbehandlad hypertoni.

Patienter med AV-nodal återkopplingstakykardi genomgick alla ablation av AV-nodens posteriora, långsamma bana. Hos alla patienter med AV-nodnära arytmisubstrat utfördes testfrysning ned till  $-30^{\circ}\text{C}$  under 10-20 sekunder i olika positioner för att bedöma effekten på retledningsbanan och snabbt nå ett optimalt läge för behandling utan samtidig påverkan på den normala AV-nodala överledningen. Då lämpligt läge lokaliserats utfördes kryoablation med måltemperatur  $-70^{\circ}\text{C}$  under 4 minuter med kontinuerlig monitorering av PQ-tiden. Om förlängning av PQ-tiden noterades avbröts applikationen.

Patienter med paroxysmalt förmaksflimmer genomgick segmentell ostial lungvensablation, där konduktion in i respektive

## SAMMANFATTAT

**Radiofrekvensablation** är en effektiv terapi vid supraventrikulära takykardier och används också i ökande utsträckning vid förmaksflimmer.

**Metoden är dock** förenad med risk för allvarliga komplikationer vid vissa arytmier. Radiofrekvensablation är dessutom ibland ett smärtsamt ingrepp.

**Ett alternativ är** kryoablation. Denna teknik ger möjlighet till testbehandling för att undvika

skada på det normala retledningssystemet. Den ger en mer avgränsad lokal skada, utan påverkan på omkringliggande vävnad, och är mindre trombogen.

**Vi visar att kryoablation** vid AV-nodal återkopplingstakykardi, septal accessorisk bana och paroxysmalt förmaksflimmer har jämförbara resultat med radiofrekvensablation, sannolikt har mindre komplikationsrisk och är smärtfri för patienten.

**TABELL I. Patienter som genomgått kryoablation av paroxysmala förmaksarytmier.**

Arytmi	Antal patienter (kvinnor/män)	Ålder
AV-nodal återkopplings-takykardi	105 (63/42)	49 (18–77)
Septal accessorisk bana/förmakstakykardi	6 (3/3)	37 (18–77)
Paroxysmalt förmaksflimmer	43 (10/33)	52 (26–63)

lungven analyserades med en i ostiet placerad multipolär cirkulär lassokateter. Ablation utfördes punktvis, snarlikt som rapporterats vid radiofrekvensteknik [1]. Målsättning var isolering av samtliga lungvener med registrerbar konduktion – med undantag för hos enstaka yngre patienter, som reproducerbart dokumenterade ett initierande fokus i en enstaka lungven som utlöste förmaksflimmer. I denna subgrupp begränsades isoleringen till den aktiva venen. Vid lungvensablation användes inte testfrysning, men om ingen effekt sågs på konduktionen in i lungvenen efter två minuters kryoablation med temperatur  $-70^{\circ}\text{C}$  avbröts applikationen, och ablationskateterns läge justerades.

Patienterna som genomgick ablation mot förmaksflimmer följdes med regelbundna återbesök med anamnes avseende återkomst av arytmier och EKG, långtids-EKG-registrering efter 3–6 månader samt vid behov och dagbok över subjektiva episoder av förmaksflimmer. Vid återfall i den behandlade arytmien utfördes förnyad ablation med kryoteknik.

## RESULTAT

Lyckandefrekvens, procedurtider och komplikationer sammanfattas i Tabell II.

### AV-nodala återkopplingstakykardier

Ablationsingreppet var primärt framgångsrikt hos 102 av 105 patienter med AV-nodala återkopplingstakykardier. Hos de patienter där kryoablationen misslyckades skiftades till radiofrekvensenergi, vilket var framgångsrikt hos två av tre aktuella patienter. Under en genomsnittlig uppföljning av 350 dagar (35–950) var 98 av 104 primärt lyckade patienter symtomfria. Hos tre av sex patienter som upplevde palpitationsbesvär efter ablationsingreppet dokumenterades AV-nodal återkopplingstakykardi, och de genomgick förnyad behandling med kryoablation och har sedan dess varit besvärsfria. En patient med pacemaker med tvåkammerssystem (DDD) genomgick His-ablation. Hos två av patienterna hade episoderna blivit klart mindre frekventa, och de önskade inte genomgå förnyad behandling.

Övergående AV-block inträffade hos fyra patienter i samband med testfrysning, men i samtliga fall skedde snabb återgång av konduktionen då temperaturen normaliserats (Figur 2). Hos två patienter sågs AV-block I under själva ablationen, vilket också gick i regress då applikationen avbröts. Inga bestående komplikationer noterades.

### AV-återkopplings- och förmakstakykardier

Samtliga patienter med AV-återkopplings- och förmakstakykardier behandlades framgångsrikt med kryoablation, vilken i de flesta fall skedde i omedelbar närhet till den kateter som placerats för att lokalisera His' bunt. Hos tre patienter utvecklades under testfrysning övergående AV-block, vilket medförde justering av kateterpositionen, och slutgiltig ablation kunde utföras

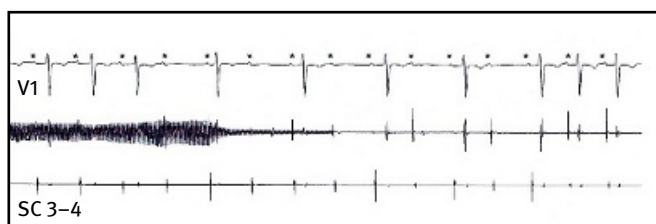
**TABELL II. Resultat av kryoablation.**

Arytmi	Primärt lyckade <sup>1</sup> (procent)	Recidiv (procent)	Procedur-tid, minuter	Komplikationer
AV-nodal återkopplings-takykardi	102/105 (97)	6 (6)	143 ± 65	0
Septal accessorisk bana/förmakstakykardi	6/6 (100)	1 (17)	175 ± 62	0
Paroxysmalt förmaksflimmer	38/43 (88)	19 (50) <sup>2</sup>	281 + 81	2 <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Substratmodifiering är primärt framgångsrik, dvs posterior modifiering av AV-noden har skett, accessorisk bana/fokus är borta och planerat antal lungvener har isolerats.

<sup>2</sup> Dokumenterat eller anamnestiskt förmaksflimmer under uppföljningstid; se text för mer detaljerad redovisning avseende lyckandefrekvens under långtidsuppföljning.

<sup>3</sup> En patient med komplikationsfritt flötpande tamponad, en patient med kvarvarande men övergående perikardexsudat.



**Figur 2.** Övergående AV-block II i samband med testfrysning. Notera den omedelbara normaliseringen av överledningen då temperaturen stiger. Asterisker markerar P-vågen.

ras utan bestående påverkan på den AV-nodala överledningen. En patient återfick sin takykardi efter en månad och behandlades med upprepad kryoablation och har sedan dess varit besvärsfri.

### Paroxysmalt förmaksflimmer

Hos 4/43 patienter med paroxysmalt förmaksflimmer behandlades en lungven, hos 7/43 två lungvener, hos 14/43 tre lungvener och hos 18/43 fyra lungvener. Hos de fyra fall där endast en lungven behandlades förelåg ett distinkt fokus i en lungven som initierade korta skurar av snabb takykardi, vilka reproducerbart snabbt degenererade till förmaksflimmer, medan övriga lungvener var tysta.

Bland de 15 första patienterna som behandlades med denna teknik fanns flera fall där vi bedömde att det inte var tekniskt möjligt att adekvat nå och kartlägga den högra nedre lungvenen eller, i vissa fall, där vi avbröt på grund av lång tidsåtgång. Detta får tillskrivas initial bristande erfarenhet med såväl ablationskateter som ablationssystem.

Jämför man medelprocedurtiden för de första 20 patienterna med de sista 20 patienterna sjunker denna från  $303 \pm 71$  till  $239 \pm 82$  minuter. Tidigare ineffektivt antiarytmikum behölls med något undantag i 4–6 månader innan det seponerades. Vid återfall i förmaksflimmer återinsattes i första hand tidigare antiarytmika.

Sammanlagt behandlades 132 lungvener, varav 122 bedömdes vara tillfredsställande elektriskt isolerade. 13 patienter har genomgått en senare kompletterande kryoablation av en eller flera lungvener på grund av utebliven effekt eller recidiv. Efter en uppföljningstid på 420 (148–905) dagar och ett genomsnitt av 1,3 behandlingar per patient är 11 av 21 patienter besvärsfria och 10 signifikant förbättrade utan antiarytmika. Av ytterligare 10 patienter är 8 besvärsfria och 2 förbättrade med tidigare in-

effektiv terapi. Inga komplikationer med allvarliga sequelae inträffade. En patient fick tamponad, som behandlades med sedvanligt perikarddrän, och vårdtiden förlängdes ett par dygn. En annan patient fick kvarvarande perikardexsudat med lindriga symtom som gick i regress efter tre månader utan specifik behandling.

## DISKUSSION

Transvenös intrakardiell kryoablation är en ny teknik med potential att minska komplikationsriskerna vid ablationsbehandling av arytmisubstrat.

Radiofrekvensenergi har varit den dominerande tekniken vid ablationer sedan 15 år, men trots successivt förbättrade katetrar och teknik förekommer fortfarande allvarliga komplikationer vid vissa slag av arytmisubstrat. AV-block som kräver pacemakerbehandling inträffar i upp till 1 procent av fallen vid ablation av AV-nodala återkopplingstakykardier och i närmare 10 procent vid vissa AV-nodnära arytmisubstrat som septala accessoriska banor [4-8].

### Ablation av förmaksflimmer med i huvudsak två tekniker

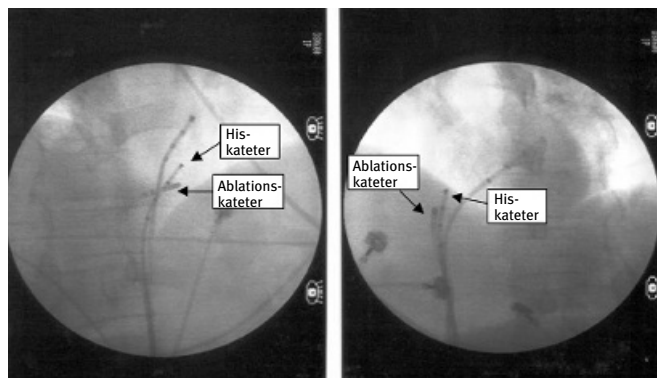
Ablation av förmaksflimmer utförs i dag huvudsakligen med två tekniker, även om dessa i varierande grad modifierats vid olika centra. Haissaguerre och medarbetare rapporterade 1997 att den dominerande utlösande mekanismen vid paroxysmalt förmaksflimmer var ökad ektopi i lungvener [16]. Man rapporterade också god effekt av segmentell ablation kring lungvensostierna för att isolera den ektopiska aktiviteten [17].

Samma grupp bidrog till att en specialkonstruerad cirkulär sklassokateter började användas för att simultant kunna registrera den segmentella elektriska aktiveringen in och ut i lungvenen och styra behandlingen utifrån lungvenselektrogrammen. Man noterade tidigt förekomst av måttliga lungvensstenoser hos enstaka patienter, vilka dock bedömdes vara asymtomatiska och utan betydelse. 1998 rapporterades de första fallen av symptomgivande lungvensstenos efter lungvensablation. Patienterna upplevde framför allt dyspné och hosta och utreddes extensivt avseende lungpatologi innan korrekt diagnos kunde ställas [18].

Försök har gjorts att behandla lungvensstenoser med dilatation, men med blygsam framgång. Enstaka dödsfall har rapporterats som följd av denna komplikation. Påverkan på lungvenslumen vid radiofrekvensablation har rapporterats i upp till 25 procent av fallen av ostialt behandlade lungvener. Frekvensen hemodynamiskt betydande stenoser (lumenminskning >75 procent) är mindre men anges förekomma i 1-5 procent av utförda lungvensablationer med denna teknik [9]. Även i denna grupp är dock graden av symtom varierande. Frekvensen har minskat, då man i högre utsträckning använder preoperativ MRT eller spiral-DT av vänster förmak för att ha en tillgänglig bild av lungvensanatomien vid ablationen. Bruket av avancerade tredimensionella kartläggningssystem har ökat och bättre katetrar och kateterteknik har introducerats.

Vid cirkumferentiell lungvensablation isoleras lungvenerna oftast parvis med linjära ablationer, som placeras med viss marginal utanför ostierna. Med denna teknik, som ursprungligen utvecklades av Pappone och medarbetare, är den rapporterade frekvensen av stenosbildning i lungvenerna låg, om än inte negligerbar [2].

Däremot har med denna metod rapporterats ett antal atrioesofageala fistlar i samband med lesioner i vänster förmaks bakvägg. Dessa har med få undantag haft dödlig utgång. Ytterligare en relativt ovanlig men allvarlig komplikation är pares av frenikusnerven. Såväl höger som vänster frenikusnerv passerar delvis i omedelbar kontakt med vänster förmaks posteriora



**Figur 3.** Kateterpositioner vid AV-nodnära ablation. Till vänster RAO 30° (snett från höger) och till höger LAO 60° (snett från vänster). Ablationskatetern befinner sig här ca 5 mm från His-katetern.

### FAKTA 1. Skillnader mellan radiofrekvens- och kryoablation

#### Radiofrekvensenergi

- Ofta diffusa applikationer: katetern rör sig under hjärtcykeln
- Icke-reversibelt förlopp
- Smärtsamt, framför allt vid övergång till vener
- Trombogent
- Risk för lungvensstenos

#### Kryoenergi

- Mindre, mer välvgränsade lesioner: katetern fastfrysning
- Testfrysning: reversibel effekt
- Ingen smärta
- Sannolikt obetydlig trombo-genicitet
- Sannolikt obetydlig risk för lungvensstenos

vägg. I hälften av fallen har tillståndet gått i regress efter 3-5 månader [19].

### Kryoablation av AV-nodal återkopplingstakykardi

Initiala studier med kryoablation vid AV-nodal återkopplings-takykardi visade sämre lyckandefrekvens än studier med radiofrekvensablation [20]. I två senare studier, där man randomiserat mellan radiofrekvens- och kryoablation, fann man i båda samma lyckandefrekvens oavsett teknik. I den ena förelåg dock högre frekvens recidiv i den kryobehandlade gruppen [21, 22].

Vi har nyligen presenterat våra initiala erfarenheter av posterior modifiering med kryoteknik [23]. Våra resultat med 97 procent primärt lyckade ingrepp är helt i paritet med dem som redovisas för radiofrekvensablation. En bidragande orsak kan vara att vi använt en kryokateter med 6 mm lång spets, till skillnad från tidigare studier där man använt en 4 mm lång kateterspets. En annan anledning kan vara metoden att utföra testfrysning i potentiella ablationslägen tills en optimal position lokaliserats. I flera fall levererades den effektiva ablationsapplikationen mycket nära AV-noden och His' bunt och i lägen där vi hade tvekat eller avstått från att använda radiofrekvensenergi (Figur 3). Recidivfrekvensen i vårt material överensstämmer med den som rapporterats vid radiofrekvensablation [4-6]. Vi hade inga komplikationer i form av bestående AV-block.

Procedurtiden har i tidigare rapporter med kryoablation ofta varit längre än för radiofrekvensablation. Den testfrysningsteknik som systemet ger möjlighet till tillåter oss emellertid att göra mycket korta kartläggningsskvenser och dessutom åstadkomma minimal vävnadsskada. Procedur- liksom genomgångstiderna är därför relativt korta (143 respektive 18 minuter) och helt jämförbara med vad som rapporterats för radiofrekvensablation. Därtill bör noteras att i dessa procedurtider in-

går en inlärningskurva för fyra elektrofysiologer. Procedurerna för de senare behandlade patienterna är kortare.

## Kryoablation av andra AV-nodnära substrat

Vid radiofrekvensablation av AV-nodnära accessoriska banor och ektopiska fokus är risken för oönskat AV-block hög. Lyckandefrekvensen är lägre i denna region än för övriga accessoriska banor, och recidivfrekvensen är högre [7, 8]. Kryoablation vid AV-nodnära accessoriska banor har en hög primär lyckandefrekvens på 90–100 procent med en recidivfrekvens på 15–20 procent, men utan komplikationer i form av AV-block [24, 25].

Vid dessa arytmissubstrat anser vi kryoteknik vara ett självklart val om det finns tillgängligt.

## Kryoablation av paroxysmalt förmaksflimmer

Lyckandefrekvensen vid lungvensablation är svårare att utvärdera än vid supraventrikulära takykardier. Definitionen av lyckat ingrepp varierar i olika studier. Ofta använt är subjektiv besvärsfrihet och avsaknad av dokumenterad arytm utan eller med tidigare ineffektivt antiarytmikum, men även signifikant förbättring har angivits. Flera faktorer komplicerar bedömningen. Det är inte ovanligt med recidiv i förmaksflimmer under de första månaderna efter lungvensablation, men med klart minskad arytmi-benägenhet ju längre tid som går (»late cure«), varför utvärdering av effekt ofta gjorts efter 3–4 månader.

Det förefaller som om asymtomatiska episoder av förmaksflimmer är vanligare efter lungvensablation [26], vilket medför att ju mer frekvent EKG registreras under uppföljningstiden, desto fler episoder av förmaksflimmer fångas upp och desto högre frekvens av recidiv. I en studie följdes patienterna efter lungvensablation med telefon-EKG ett par minuter varannan dag, och man rapporterade frihet från dokumenterat förmaksflimmer hos 45 procent [27]. Man kalkylerade det resultat man skulle ha haft om man registrerat symptomatiska episoder och episoder i samband med 24-timmars långtids-EKG vid 3, 6 etc månader och fann då att lyckandefrekvensen skulle ha varit 70 procent, vilket är en siffra som återkommer i flera studier med snarlikt upplägg avseende uppföljning. Sist men inte minst bör vi inse att för den enskilda patienten kan en förändring från dagliga episoder av förmaksflimmer till ett par episoder i månaden innebära en dramatisk förbättring.

Lyckandefrekvensen vid ostial segmentell lungvensablation med radiofrekvensenergi anges i flera rapporter till 60–80 procent, men de flesta patienter har då genomgått fler än ett ablationsingrepp, eftersom återkommen elektrisk konduktion ut ur lungvenerna är ett vanligt fynd efter ett första ablationsingrepp. Lyckad effekt av cirkumferentiell radiofrekvensablation anges som något bättre och är i större material mellan 70 och 90 procent hos patienter med paroxysmalt förmaksflimmer. Vävnadsdestruktionen är dock större vid detta slag av ingrepp. Eventuellt spelar också lokal destruktion av vagala plexa roll.

Vi ser i vårt material en förbättring hos ca 70 procent av patienterna (19/43 helt besvärsfria utan eller med antiarytmika och 12/43 signifikant förbättrade) efter ett genomsnitt av 1,3 ablationsingrepp och efter en uppföljningstid på 14 månader. Det bör noteras att vi inkluderat även tidiga recidiv i resultatsammanställningen; hos flera av dessa patienter med recidiv avtog eller försvann arytmi-benägenheten helt efter 3–5 månader. Våra resultat stämmer även med hittills enstaka publicerade studier där ostial kryoablation använts och där lyckandefrekvensen ligger mellan 60 och 80 procent [13,15, 28]. Randomiserade studier mellan kryoablation och radiofrekvensablation vid ostial lungvensablation är begränsade, men teknikerna förefaller ha lika hög primär framgång [29]. Inga tecken till lungvensstenos vid uppföljning med spiral-DT efter kryoablation

eller sena symtom talande för lungvensstenos har hittills setts. I två studier på sammanlagt 83 patienter där spiral-DT av förmak och lungven utförts före och 3–12 månader efter ablation såg man inte i något fall tecken till stenosbildning [13, 15].

Vid en nyligen presenterad undersökning där man gjort MRT-undersökning av vänster förmak före och tre respektive sex månader efter ostial lungvensisolering med kryoteknik såg man inte heller några lumenförändringar förenliga med stenoser eller någon proliferativ strukturell förändring av lungvenerna [30]. Med reservation för att erfarenheterna med kryoablation jämfört med radiofrekvensablation är begränsade och att det sannolikt föreligger en generell underrapportering av lungvensstenoser talar resultaten för att risken för lungvensstenos minimeras med denna teknik.

En nackdel med kryoablation vid lungvensisolering är att tidsåtgången är längre än vid radiofrekvensablation. Durationen för varje applikation är 4 minuter, och då ofta 5–10 applikationer kan krävas innan fullgod elektrisk isolering av en enskild lungven erhålls kan procedurtiden i vissa fall bli lång. Även här noterar vi en klar inlärningskurva med kortare procedurer under senaste året. Sannolikt kan procedurtiden komma att förkortas ytterligare när katetrar med större ablationselektrod tas i bruk.

## Kryoablation vid förmaksfladder och förmakstakykardier

Kavotrikuspid istmusablation med radiofrekvensteknik är en väldokumenterad behandling vid motursroterande istmusberoende förmaksfladder (s k typiskt förmaksfladder). Det är samtidigt ett ofta smärtsamt ingrepp, då den linjära ablationen delvis utförs vid övergången till v cava inferior. Resultaten med kryoteknik vid istmusablation förefaller lika goda då man använder en 8 mm kateterspets, men procedurtiden är längre [31, 32]. Smärtupplevelsen är obetydlig jämfört med radiofrekvensablation [33]. Vår egen erfarenhet är begränsad, men resultaten har varit goda och procedurtider längre än då radiofrekvensteknik används.

Kryoablation kan även vara ett alternativ att överväga vid vissa ektopiska förmakstakykardier. Dessa fokus är ofta lokaliserade längs crista terminalis i höger förmak och kan ibland befinna sig i omedelbar närhet till höger frenikusnerv med risk för skada i samband med energiapplikation. Kryoablation har här fördelen av ett långsammare förlopp, och vi har ofta valt denna teknik med samtidig kontinuerlig övervakning av diafragma-rörligheten under andning. Vi har behandlat ett tiotal patienter med lyckat resultat avseende arytmien och utan tecken till frenikuspåverkan.

## KONKLUSION

Vi konstaterar att kryoablation förefaller ha lika god lyckandefrekvens vid supraventrikulära takykardier med AV-nodnära substrat och ostial lungvensisolering vid paroxysmalt förmaksflimmer som radiofrekvensablation. Tekniken vid radiofrekvensablation är inte direkt överförbar till kryoablation, varför det finns en inlärningskurva.

Kryoablation medför sannolikt mindre risk för allvarliga komplikationer än vad radiofrekvensablation gör. En klar fördel för patienten är att kryoablation är smärtfri. Kryoablation kan också vara ett alternativ värt att överväga vid centra med begränsad ablationserfarenhet för att minska risken för AV-block vid behandling av AV-nodnära substrat.

■ *Potentiella bindningar eller jävsförhållanden: Inga uppgivna.*

## REFERENSER

- Haissaguerre M, Jais P, Shah DC, Garrigue S, Takahashi A, Lavergne

T, et al. Electrophysiological end point for catheter ablation of atrial fibrillation initiated from multiple

- pulmonary venous foci. *Circulation*. 2000;101(12):1409-17.
2. Pappone C, Oreto G, Rosanio S, Vicedomini G, Tocchi M, Gugliotta F, et al. Atrial electroanatomic remodeling after circumferential radiofrequency pulmonary vein ablation: efficacy of an anatomic approach in a large cohort of patients with atrial fibrillation. *Circulation*. 2001;104(21):2539-44.
  3. Oral H, Scharf C, Chugh A, Hall B, Cheung P, Good E, et al. Catheter ablation for paroxysmal atrial fibrillation: segmental pulmonary vein ostial ablation versus left atrial ablation. *Circulation*. 2003;108(19):2355-60.
  5. Rostock T, Risius T, Ventura R, Klemm HU, Weiss C, Keitel A, et al. Efficacy and safety of radiofrequency catheter ablation of atrioventricular nodal reentrant tachycardia in the elderly. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2005;16:608-10.
  6. Schwacke H, Brandt A, Rameken M, Vater M, Fischer F, Senges J, et al. [Long-term outcome of AV node modulation in 387 consecutive patients with AV nodal reentrant tachycardia]. *Z Kardiol*. 2002;91:389-95.
  7. Gatzoulis K, Apostolopoulos T, Costas X, Sotiropoulos H, Papafanis F, Stefanadis C, et al. Paraseptal accessory connections in the proximity of the atrioventricular node and the His bundle. Additional observations in relation to the ablation technique in a high risk area. *Europace*. 2004;6:1-9.
  8. Kobza R, Kottkamp H, Piorkowski C, Tanner H, Schirdewahn P, Dorszewski A, et al. Radiofrequency ablation of accessory pathways. Contemporary success rates and complications in 323 patients. *Z Kardiol*. 2005;94:193-9.
  9. Saad EB, Rossillo A, Saad CP, Martin DO, Bhargava M, Erciyas D, et al. Pulmonary vein stenosis after radiofrequency ablation of atrial fibrillation: functional characterization, evolution, and influence of the ablation strategy. *Circulation*. 2003;108(25):3102-7.
  15. Hoyt RH, Wood M, Daoud E, Feld G, Sehra R, Pelkey W, et al; US Cryo-Cor Investigators. Transvenous catheter cryoablation for treatment of atrial fibrillation: results of a feasibility study. *PACE*. 2005;Suppl 1: S78-82.
  16. Jais P, Haissaguerre M, Shah DC, Chouairi S, Gencel L, Hocini M, et al. A focal source of atrial fibrillation treated by discrete radiofrequency ablation. *Circulation* 1997; 95(3):562-4.
  17. Haissaguerre M, Jais P, Shah DC, Takahashi A, Hocini M, Quiniou G, et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Engl J Med*. 1998;339(10):659-66.
  18. Robbins IM, Colvin EV, Doyle TP, Kemp WE, Loyd JE, McMahon WS, et al. Pulmonary vein stenosis after catheter ablation of atrial fibrillation. *Circulation*. 1998;98(17):1769-75.
  21. Zrenner B, Dong J, Schreieck J, Deisenhofer I, Estner H, Luani B, et al. Transvenous cryoablation versus radiofrequency ablation of the slow pathway for the treatment of atrioventricular nodal re-entrant tachycardia: a prospective randomized pilot study. *Eur Heart J*. 2004;25(24):2226-31.
  22. Kimman GP, Theuns DA, Szili-Torok T, Scholten MF, Res JC, Jordans LJ. CRAVT: a prospective, randomized study comparing transvenous cryothermal and radiofrequency ablation in atrioventricular nodal re-entrant tachycardia. *Eur Heart J*. 2004;24:2232-7.
  23. Jensen-Urstad M, Kennebäck G, Tabrizi F, Wredert C, Klang C, Insulander P. High success rate with cryomapping and cryoablation of atrioventricular nodal reentry-tachycardia. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2006;29:487-9.
  25. Gaita F, Haissaguerre M, Giustetto C, Grossi S, Caruzzo E, Bianchi F, et al. Safety and efficacy of cryoablation of accessory pathways adjacent to the normal conduction system. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2003; 14:825-9.
  26. Hindricks G, Piorkowski C, Tanner H, Kobza R, Gerds-Li JH, Carbucichio C, et al. Perception of atrial fibrillation before and after radiofrequency catheter ablation: relevance of asymptomatic arrhythmia recurrence. *Circulation*. 2005; 112:307-13.
  27. Piorkowski C, Kottkamp H, Tanner H, Kobza R, Nielsen JC, Arya A, et al. Value of different follow-up strategies to assess the efficacy of circumferential pulmonary vein ablation for the curative treatment of atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2005;12:1286-92.
  28. Tse HF, Lau CP. Impact of duration of cryothermal application on clinical efficacy of pulmonary vein isolation using transvenous cryoablation. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2005;28(8):839-43.
  32. Montenero AS, Bruno N, Antonelli A, Mangiameli D, Barbieri L, Andrew P, et al. Comparison between a 7 French 6 mm tip cryothermal catheter and a 9 French 8 mm tip cryothermal catheter for cryoablation treatment of common atrial flutter. *J Interv Card Electrophysiol*. 2005;13:59-69.

halvsides liggande annons