

# Radiofrekvenskateterablasjon av atrieflutter

Det anatomiske substrat for atrieflutter er blitt klarlagt, og radiofrekvenskateterablasjon av typisk atrieflutter er velutviklet. Forskjellige registrerings- og ablasjonsteknikker kan benyttes. Artikkelen gir en oversikt over diagnostikk og behandling med radiofrekvensablasjon. Den akutte suksessraten er høyere og tilbakefallsprosenten lavere hvis man oppnår komplett bidireksjonalt ledningsblokk i isthmusregionen av hjertet (området mellom trikuspidalklaffen og sinus coronarius).

Et økende antall pasienter er blitt behandlet med denne metoden ved Arytmisenteret, Haukeland Sykehus, de siste årene. I toårsperioden 1999 og 2000 er det utført i alt 108 prosedyrer for atrieflutter hos i alt 85 pasienter, 71 menn og 14 kvinner, med en gjennomsnittsalder på  $57 \pm 12$  år. Arytmi-problemene hadde i gjennomsnitt en varighet på ni år og hadde hos én pasient vart i 43 år. For mange av pasientene førte dette til tallrike sykehusopphold, medikamentforsøk, elektrokonverteringer og hjertestimulering i høyre forkammer (overdrive pacing).

Suksessraten ved førstegangsbehandling var 96,5%. Det ble ikke observert alvorlige komplikasjoner.

Radiofrekvensablasjon bør være førstevalg ved behandling av residiverende eller vedvarende atrieflutter.

Farmakologisk behandling, elektrokonvertering med likestrømssjokk og forskjellige hjertestimuleringsteknikker er gjennom flere år blitt benyttet for å behandle pasienter med atrieflutter. Imidlertid er dette bare palliative metoder. Etter at radiofrekvenskateterablasjonsteknikken ble utviklet, er det nå mulig å kurere atrieflutter (1, 2).

## Hva er radiofrekvensablasjon?

Radiofrekvensablasjon utføres i forbindelse med elektrofysiologiske undersøkelser. Prosedyren foregår hos voksne i lokalanestesi, hos barn < 15 år helst i narkose. Via blodårssystemet i lyskene føres flere tynne ledninger inn i forskjellige avsnitt av hjertet for å lokalisere de elektriske ledningsbanene. Når man har påvist nøyaktig hvordan de elektriske impulser dannes og brer seg i hjer-

---

## Ole-Jørgen Ohm

Institutt for indremedisin  
Universitetet i Bergen  
og  
Hjerteavdelingen

## Jian Chen

Per Ivar Hoff

Ole Rossvoll\*

Knut Ståle Erga

Svein Færestrand

Hjerteavdelingen

Haukeland Sykehus  
5021 Bergen

\* Nåværende adresse:

Medisinsk avdeling  
Regionsykehuset i Trondheim  
7006 Trondheim

---

Ohm O-J, Chen J, Hoff PI, Rossvoll O,  
Erga KS, Færestrand S.

## Radiofrequency ablation of atrial flutter.

*Tidsskr Nor Lægeforen 2001; 121: 936–40.*

**Background.** The anatomical structure of atrial flutter is now well recognized, and treatment with radiofrequency catheter ablation (RFA) is established. Several recording and ablation techniques can be applied.

**Material and methods.** An increasing number of patients have been treated with RFA at the Arrhythmia Centre at Haukeland University Hospital over the last six years. During the two-year period 1999 and 2000, a total of 108 procedures were performed for atrial flutter in a total of 84 patients. A total of 543 RFA procedures for various forms of re-entry tachycardias were performed during the same period; hence, atrial flutter comprised about 20% of RFA procedures. Altogether 71 men and 14 women with a mean age of  $57 \pm 12$  years were treated. The mean history of atrial flutter had a duration of nine years, maximum 43 years with several hospital admissions, drug trials, overdrive pacing and DC conversion until they were ultimately cured with RFA.

**Results.** The success rate during first time treatment was 96.5%. No serious complications were observed.

**Interpretation.** RFA should be the treatment of first choice in patients with recurrent or incessant atrial flutter.

---

tet, føres et spesielt kateter inn til dette området. Gjennom kateteret sendes radiobølger med en frekvens på 500 kHz. Strømvarmen varmer opp vevet under elektroden som sitter på enden av kateteret, til en temperatur på 50–70 °C. Strømvarmen i lengre avstand fra elektroden er mindre på grunn av mindre strømtetthet i vevet. Dette fører til koagula-

sjon av vevet i et område begrenset til en diameter på 2–4 mm. Dermed brytes den elektriske impulsutbredelse i dette området. Total varighet av en slik prosedyre er 1–3 timer ved enkle arytmiformer, der suksessraten er over 95%. Ved de mer kompliserte rytme-forstyrrelser, innbefattet atrieflutter, kan det ta 5–6 timer før man har oppnådd tilfredsstillende resultat.

## Impulsutbredelse og anatomiske forhold ved atrieflutter

Ved atrieflutter beveger de elektriske impulser i hjertet seg i en sirkelbevegelse («reentry»-mekanisme). Det må foreligge et vevs-substrat som har evnen til å vedlikeholde denne impulsutbredelsen, samt et område med blokk som bølgefronten kan sirkulere omkring.

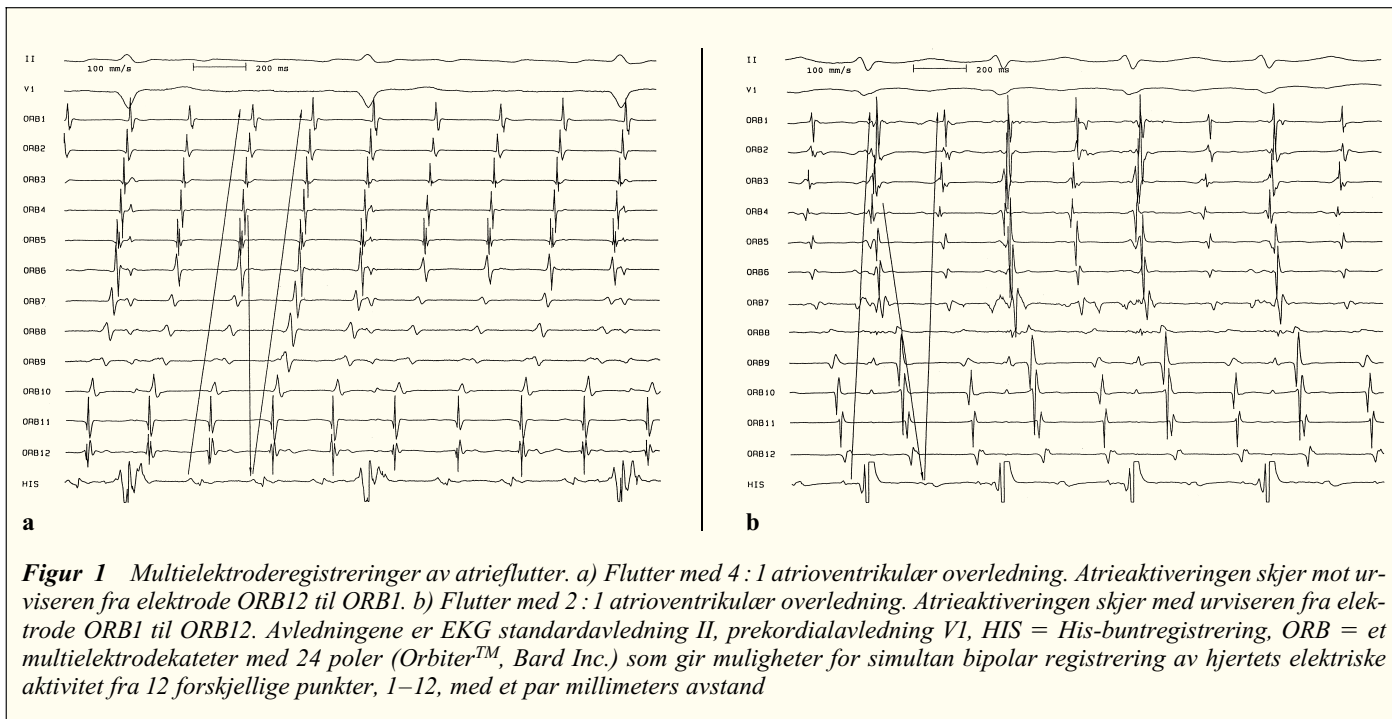
De registreringsmetoder som anvendes, såkalt innfangingsstimuleringsteknikker (entrainment), intraatrial ekkokardiografi og tredimensjonale registreringsteknikker, har definert og karakterisert atriefluttersirkelbevegelsene bedre (3–5). Et område med langsom ledning antas å være lokalisert i et smalt parti (isthmus) mellom trikuspidalklaffen og sinus coronarius-ostiet med begrensninger som inkluderer v. cava superior, v. cava inferior og en linje av blokk lokalisert mellom dem i crista terminalis-regionen. De fleste tilfeller av atrieflutter er betinget i en impulsutbredelse mot eller med urviseren (counterclockwise eller clockwise) rundt trikuspidalringen gjennom isthmusområdet (fig 1). Sirkelen ved postoperativ atrieflutter kan være rundt incisjonsarret eller en vevslapp eller kunststoff som er sydd inn i hjertet.

## Registreringsteknikker (mapping)

### Aktiveringsregistrering

For å identifisere og bedømme typen av atrieflutter nærmere anvendes multipolare registreringskatetre med opptil 24 poler (fig 2). Multipolarkateteret plasseres slik at det gir aktiveringssekvens langs det meste av trikuspidalringen. Basert på aktiveringssekvensen langs ringen (i frontalplan) kan atrieflutter identifiseres som en bevegelse med eller mot urviseren. Atrieflutter som oppstår etter arrdanning og atypisk atrieflutter der sirkelen ikke er i høyre atrium, følger som regel ikke dette mønster.

Plassering av elektrodene i sinus coronarius er også viktig, både for registrering og bedømmelse av atrieflutter. Aktiveringen av sinus coronarius under atrieflutter som er lokalisert i høyre atrium, er fra ostiet til distale



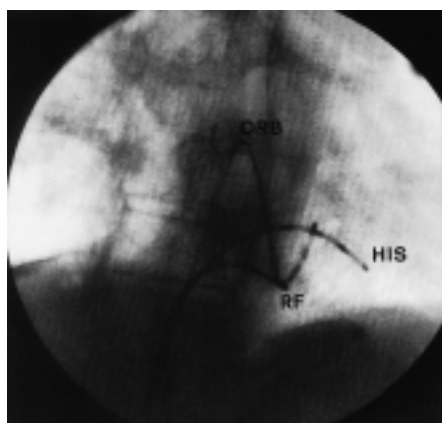
**Figur 1** Multielektroderegistreringer av atrieflutter. a) Flutter med 4 : 1 atrioventrikulær overledning. Atrieaktivering skjer mot urviseren fra elektrode ORB12 til ORB1. b) Flutter med 2 : 1 atrioventrikulær overledning. Atrieaktivering skjer med urviseren fra elektrode ORB1 til ORB12. Avledningene er EKG standardavledning II, prekordialavledning V1, HIS = His-buntregistrering, ORB = et multielektrodekateter med 24 poler (Orbiter™, Bard Inc.) som gir muligheter for simultan bipolar registrering av hjertets elektriske aktivitet fra 12 forskjellige punkter, 1–12, med et par millimeters avstand

del, som er lokalisert i venstre atriums laterale vegg. Ved flutter hvor impulsutbredelsen går mot urviseren, markerer sinus coronarius-ostiet utgangen fra isthmus og korresponderer vanligvis med start av flutterbølgen i overflate-EKG. Mange sentre benytter bare tradisjonelle, få-polare diagnostiske katetre ved ablasjon av flutter. Det er imidlertid da vanskelig å bedømme ledningsmønstret.

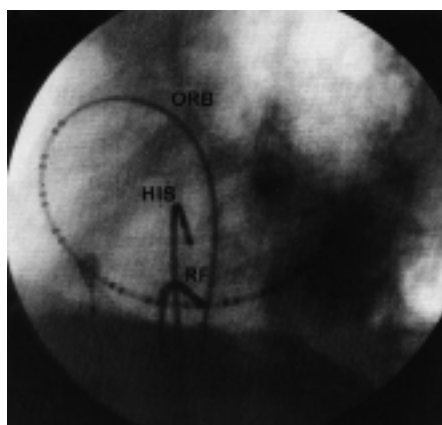
### Innfangingskartlegging (entrainment mapping)

Forbigående innfangning av hjerteaktiviteten ble første gang beskrevet i 1977 for å demonstrere at atrieflutter var en arytmi som går i en sirkelbane (3). Såkalt skjult innfangning indikerte betydningen av stimuleringsstedet ved bedømmelse av innfangning. Nå er det vist at innfangingsregistrering er en god metode for å bedømme sirkelbevegelse og identifisere kritiske komponenter som kan egne seg for ablasjon. Ved stimulering (pacing) økes atriefrekvensen litt. Stimulering stoppes, og første påfølgende atriesyklens lengde sammenliknes med arytmiens spontane sykluslengde. Hvis disse er like, står stimuleringskateteret på et punkt i arytmi-sirkelen.

I de senere år er flere nye kartleggings-systemer blitt utviklet (fig 3). Disse er data-baserte registreringssystemer som gir mer fullstendige bilder av atriets elektriske aktivitet basert på svært mange registreringspunkter. Slike registreringssystemer er særlig viktige ved vurdering av postoperativt atrieflutter, som oppstår etter korreksjon av kongenitte hjertefeil, og ved atypisk atrieflutter, der den elektriske impulsutbredelsen ikke går langs trikuspidalklaffen, for å for-



a



b

**Figur 2** Fluoroskopisk bilde (a) 30° høyre fremre skråprojeksjon, b) 45° venstre fremre skråprojeksjon). ORB = Orbiter™-kateter, RF = radiofrekvensablasjonskateter, HIS = kateter som registrerer His-buntaktivitet, CSO = sinus coronarius-ostiet

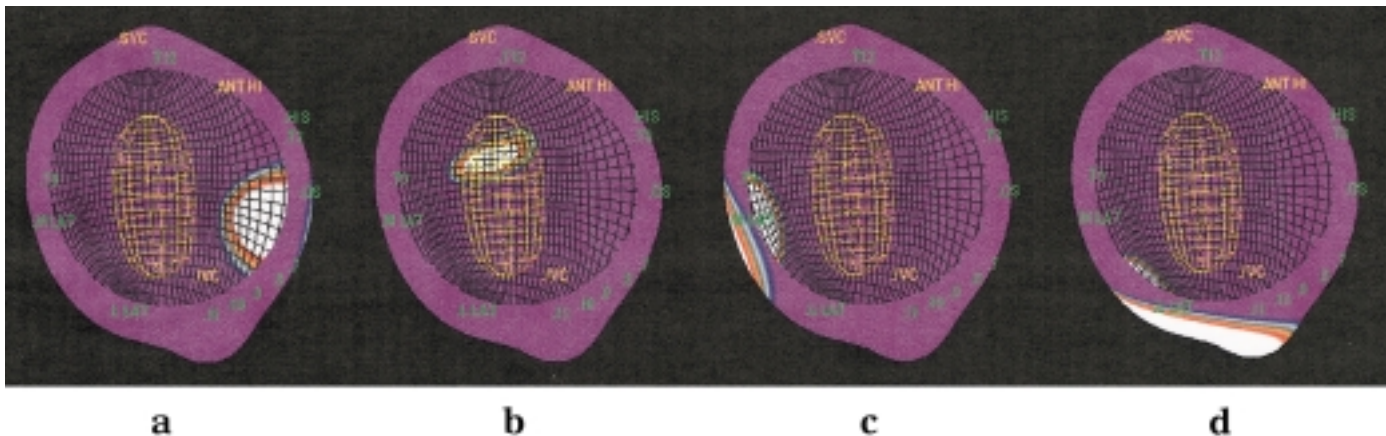
enkle prosedyren og redusere prosedyretiden ved disse arytmier.

### Ablasjonsteknikker

De tidlige studier som benyttet ablasjonsteknikk, viste at nedre bakre del av høyre atrium demonstrerte skjult ledning og at området var kritisk for sirkelen. Men suksessraten ved ablasjon var relativt lav. Cosio og medarbeidere (6) prøvde en anatomisk basert tilnærming ved å lage en linje fra trikuspidalklaffen til v. cava inferior og oppnådde da en suksessrate på 78%. Nå er det vel etablert at ablasjonslinjen skal løpe mellom den mediale delen av trikuspidalringen og v. cava inferior og således lage et ledningsblokk i isthmusområdet. Det andre alternativ er å lage lesjoner fra den septale delen av trikuspidalringen til sinus coronarius-ostiet og videre til den septale del av atriet, som betegnes Eustachian-eggen (7). Ved å bruke den siste fremgangsmåten er risikoen for å fremkalle atrioventrikulært blokk muligens økt hos noen pasienter. Lineære lesjoner kan lages enten ved gjentatte fokale applikasjoner eller ved kontinuerlig brenning under bevegelse av kateteret. Bredde og uregelmessigheter i overflaten av endokard ved isthmus kan føre til at ablasjonslinjen ikke blir fullstendig. Derfor bør ablasjonslesjonene lages der hvor man får best kontakt over hele området mellom trikuspidalringen og v. cava inferior.

### Endepunkter

Selv om høy suksessrate kan oppnås ved typisk atrieflutter, foreligger det en tilbakefallsprosent på 10–45. I de tidlige studier var umiddelbar suksess bedømt som avbrudd av



**Figur 3** Nylig har vi tatt i bruk et databasert registreringssystem (EnSite3000™, Endocardial Solution Inc.). Etter at kateteret, som føres inn i hjertet med perkutan teknikk, er kommet i aktuell posisjon, blåses en ballong med i alt 64 elektroder opp. Denne kan registrere hjertesignaler fra mer enn 3 600 punkter. Ballongen trenger ikke komme i kontakt med hjerteveggen for å registrere de elektriske signalene. Eksemplet er tatt fra en pasient med typisk atrieflutter. a) Aktiveringen (bølgefront dominert av hvitt) beveges fra atrieseptum, b) til taket av høyre atrium, c) lateralveggen av høyre atrium, d) til isthmusområdet. Registreringen er foretatt i 45° venstre, fremre skråprosjeksjon

atrieflutter og ikke reinduksjon av arytmien (fig 4). Men selv om spontanangrep av atrieflutter oppstår hyppig, er det ikke alltid like lett å inducere flutter med elektriske stimuleringssteknikker for ablasjonen. I tillegg vet vi nå at avbrutt flutter ikke er garanti for at det foreligger isthmusblokk. Således er avbrutt flutter og ikke-induserbarhet utilstrekkelige endepunkter for ablasjon, og dette kan forklare den høye tilbakefallsfrekvensen i mange studier.

Det er blitt vist at lineær applikasjon kan lage et komplett ledningsblokk ved ablasjonslinjen. En ny stimuleringsteknikk kan benyttes for å bedømme ledningsforholdene. Den er supplert med stimulering under sinusrytme på begge sider av ablasjonslinjen for å vise at impulsutbredelsen ikke krysser

lesjonen. Sinus coronarius-ostiet og nedre laterale høyre atrium er valgt som stimuleringssteder. Den motsatte aktiveringssekvens i laterale frie høyre vegg eller intra-atriale septum opptil ablasjonslinjen før og etter ablasjonen er den beste indikator på komplett isthmusblokk (fig 5). Flere studier har bekreftet at komplett bidireksjonalt isthmusblokk er den mest pålitelige indikator på langtidssuksess og nærmest fører til bortfall av residiv. Det er viktig å stimulere ved langsomme hjertefrekvenser fordi det hos pasienter med frekvensavhengig blokk, er en høyere tilbakefallsfrekvens. Denne teknikken gir ikke bare et bedre definert endepunkt for ablasjon, men gjør det også mulig å utføre ablasjon av atrieflutter under sinusrytme.

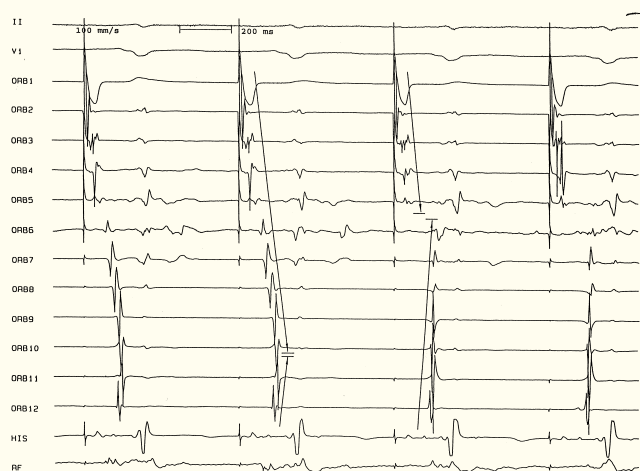
### Eget materiale (tab 1)

Etter at vi tok i bruk radiofrekvensablasjonsteknikken i behandling av hjerterytmeforstyrrelser i 1991, er det utført over 1 200 prosedyrer med denne metoden. De fleste pasientene har vært individer med takykardi som skyldes medfødte ekstra ledningsbaner i hjertet, men, som vist i figur 6, har vi de siste fem år behandlet et økende antall pasienter med atrieflutter. På grunn av stadig bedre teknisk utstyr og større erfaring med prosedyrene har vi, som det fremgår av figuren, kunnet øke kapasiteten. I 1999 og 2000 er det til sammen utført 108 ablasjoner for atrieflutter.

Materialet utgjøres av i alt 85 pasienter (71 menn og 14 kvinner) med en gjennomsnittsalder på  $57 \pm 12$  år. 30 av pasientene



**Figur 4** Radiofrekvensablasjon av typisk atrieflutter med 2:1 atrioventrikulær overledning. I venstre del av figuren oppstår plutselig brudd i atrieaktivering (ORB8–7) og etter ett sekund oppstår sinusrytme (kompleksene lengst til høyre). Forkortinger se figur 1



**Figur 5** Hjertestimulering fra sinus coronarius med frekvens 100 per minutt. Registreringen viser impulsutbredelsen før det oppstår isthmusblokk (to første stimulerede komplekser) og når isthmusblokk har oppstått (to siste stimulerede komplekser), hvor det er en plutselig forandring med reversering av depolariseringssekvensen fra ORB10 til ORB6. RF = registrering fra radiofrekvensablasjonskateteret. Øvrige forkortinger se figur 1

hadde underliggende organisk hjertesykdom, og seks pasienter var behandlet med permanent pacemaker. Dette er pasienter som har fått implantert to-kammer pacemakersystemer og senere har utviklet atrieflutter. Ved å helbrede flutterarytmien med denne metoden, har pasienten igjen fått sinusrytme og kunnet dra nytte av sitt to-kammer pacemakersystem. 35 av pasientene hadde forstørret venstre atrium bedømt ved ekkokardiografi. Lengste varighet av arytmi var 43 år. Hos 61 pasienter var arytmi paroksysisk, hos 24 pasienter vedvarende. De sistnevnte pasientene trenger ofte snarlig innleggelse da de ellers kan utvikle takykardiomyopati selv om de har et normalt hjerte (8).

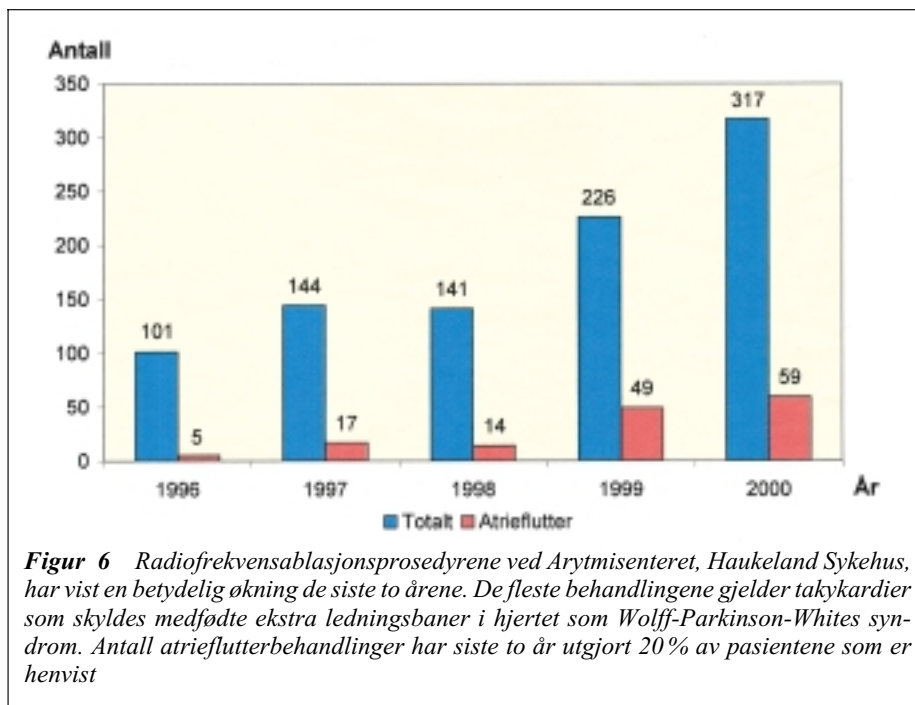
58 av pasientene hadde typisk atrieflutter med impulsutbredelse som beveget seg mot urviseren, hos ti pasienter gikk impulsutbredelsen med urviseren, og åtte pasienter hadde begge typer atrieflutter.

14 pasienter hadde i tillegg til atrieflutter forskjellige andre forkammerarytmier som samtidig ble behandlet med radiofrekvensablasjon. Atrieflimmer forekom hos i alt 41 av pasientene. Det har vist seg at denne arytmi kan være utløst av atrieflutter, og det er derfor mulig at noen av disse pasientene også blir kvitt sine atrieflimmerepisoder når de nå er helbredet for atrieflutter. Noen av pasientene hadde vært behandlet med inntil fem forskjellige antiarytmika, vanligvis uten noen effekt på arytmiepisodene. En rekke av pasientene hadde i tillegg fått utført hurtig atriepacing og gjentatte elektrokonverteringer. I det aktuelle materialet har vi ikke hatt pasienter som tidligere har vært operativt behandlet for kongenitt hjertefeil. Etter hvert som flere pasienter nå kan korrigeres for medfødte hjertefeil, vil dette bli en stadig større pasientgruppe. På grunn av arrdanning og anvendelse av kunstig materiale som er sydd inn i hjertet, vil disse pasientene sette særlige krav til erfaring i å behandle denne rytmeforstyrrelsen.

Til tross for et betydelig økt antall behandlede pasienter med forskjellige «reentry»-takykardier, er vanlig ventetid for ablasjonsbehandlingen nå ca. fire måneder. Pasienter med alvorlige symptomer, som Wolff-Parkinson-Whites syndrom og atrieflimmer mottas i løpet av få dager. Det samme er tilfellet med flutterpasienter som har rask atrioventrikulær overledning på grunn av risikoen for at disse kan utvikle takykardiomyopati (8).

### Komplikasjoner

Forekomst av komplikasjoner forbundet med kateterablasjon er lav og ser ikke ut til å overskride 1%. Av komplikasjoner som er blitt rapportert er lyskehematom, venetrombose og atrioventrikulært blokk. Perikardefusjon er sjeldent, men man bør være oppmerksom på dette hos enkelte pasienter. I vårt materiale, hvor det er utført 108 prosedyrer for atrieflutter de siste to år, har vi sett



**Figur 6** Radiofrekvensablasjonsprosedyrene ved Arytmiseret, Haukeland Sykehus, har vist en betydelig økning de siste to årene. De fleste behandlingene gjelder takykardier som skyldes medfødte ekstra ledningsbaner i hjertet som Wolff-Parkinson-Whites syndrom. Antall atrieflutterbehandlinger har siste to år utgjort 20% av pasientene som er henvist

**Tabell 1** Karakteristika for 85 pasienter som er behandlet med radiofrekvensablasjon for atrieflutter i 1999 og 2000

|                                            | Data               | Prosent |
|--------------------------------------------|--------------------|---------|
| Totalt                                     | 85                 |         |
| Gjennomsnittsalder (år)                    | 57 ± 12            |         |
| Kjønn                                      |                    |         |
| Menn                                       | 71                 | 83,5    |
| Kvinner                                    | 14                 | 16,5    |
| Organisk hjertesykdom                      | 30 <sup>1</sup>    | 35,3    |
| Koronarsykdom                              | 11                 | 12,9    |
| Hypertensjon                               | 14                 | 16,5    |
| Dilatert kardiomyopati                     | 1                  | 1,2     |
| Klaffefeil                                 | 6                  | 7,1     |
| Permanent pacemaker                        | 6                  | 7,1     |
| Gjennomsnittlig varighet av flutter (år)   | 9 ± 11 (0,2–43)    |         |
| Vedvarende                                 | 24                 | 28,2    |
| Paroksysisk                                | 61                 | 71,8    |
| Gjennomsnittlig antall medikamenter        | 2 ± 1 (0–5)        |         |
| Tidligere hurtig atriepacing               | 20                 | 23,5    |
| Tidligere elektrokonvertering              | 18                 | 21,2    |
| Atrieforstørrelse                          | 35                 | 41,2    |
| Andre arytmier                             |                    |         |
| Atrieflimmer                               | 41                 | 48,2    |
| Atrioventrikulær nodal «reentry»-takykardi | 4                  | 4,7     |
| Atrietakykardi                             | 8                  | 9,4     |
| Atrioventrikulær «reentry»-takykardi       | 2                  | 2,4     |
| Atrieflutter                               |                    |         |
| Gjennomsnittlig sykluslengde (ms)          | 232 ± 24 (186–298) |         |
| Mot urviseren                              | 58                 | 68,2    |
| Med urviseren                              | 10                 | 11,8    |
| Mot og med urviseren                       | 8                  | 9,4     |
| Sinusrytme                                 | 8                  | 10,6    |
| Resultat av ablasjon                       |                    |         |
| Komplett isthmusblokk, totalt              | 82                 | 96,5    |
| Komplett isthmusblokk, første forsøk       | 77                 | 90,6    |
| Komplett isthmusblokk, annet forsøk        | 5                  | 5,9     |
| Langsom ledning                            | 3                  | 3,5     |
| Residiv                                    | 3                  | 3,5     |
| Gjennomsnittlig oppfølging (md.)           | 10 ± 6 (1–22)      |         |

<sup>1</sup>Noen pasienter hadde mer enn én diagnose

noen få pasienter med mindre lyskehematomer på grunn av antikoagulasjonsbehandling, og én pasient fikk en mindre lungeemboli tre dager etter prosedyren.

### Kontrollprosedyrer og oppfølging

Under prosedyren og første døgn etter gis antikoagulasjon i form av full heparinisering. Senere gis acetylsalisylsyre 160 mg × 1 daglig i åtte uker. Ekkokardiografi utføres dagen etter prosedyren, først og fremst for å utelukke perikardeffusjon. Rutinekontroll skjer tre til seks måneder etter prosedyren.

### Konklusjon

Radiofrekvensablasjonsbehandling er i dag et etablert behandlingstilbud for pasienter med residiverende eller vedvarende atrieflutter (9). Behandlingen, som utføres i lokalanestesi, er meget kostnadseffektiv og krever bare ett liggedøgn i sykehus etter at selve prosedyren er utført. Det kreves avansert utstyr og stor erfaring i elektrofysiologi for å utføre behandlingen.

Arbeidet er støttet av Rebekka Ege Hegermanns legat.

### Litteratur

1. Feld GK, Fleck RP, Chen PS, Boyce K, Bahnson TD, Stein JB et al. Radiofrequency catheter ablation for the treatment of human type I atrial flutter. Identification of the critical zone in the re-entrant circuit by endocardial mapping techniques. *Circulation* 1992; 86: 1233–40.
2. Lesh MD, Van Hare GF, Epstein LM, Fitzpatrick AP, Scheinman MM, Lee RJ et al. Radiofrequency catheter ablation of atrial arrhythmias. Results and mechanisms. *Circulation* 1994; 89: 1074–89.
3. Waldo AL, McLean WAH, Karp RB, Kouchoukos NT, James TN. Entrainment and interruption of atrial flutter with atrial pacing: studies in man following open heart surgery. *Circulation* 1977; 56: 737–45.
4. Shah DC, Jais P, Haïssaguerre M, Chouairi S, Takahashi A, Hocini M et al. Three-dimensional mapping of the common atrial flutter circuit in the right atrium. *Circulation* 1997; 96: 3904–12.
5. Olgin JE, Kalman JM, Fitzpatrick AP, Lesh MD. Role of right atrial endocardial structures as barriers to conduction during human type I atrial flutter: activation and entrainment mapping guided by echocardiography. *Circulation* 1995; 92: 1839–48.
6. Cosio FG, Lopez-Gil M, Goicolea A, Arribas F, Barroso JL. Radiofrequency ablation of the inferior vena cava-tricuspid valve isthmus in common atrial flutter. *Am J Cardiol* 1993; 71: 705–9.
7. Nakagawa H, Lazzara R, Khastgir T, Beckman KJ, McClelland JH, Imai S et al. Role of the tricuspid annulus and the Eustachian valve/ridge on atrial flutter. Relevance to catheter ablation of the septal isthmus and a new technique for rapid identification of ablation success. *Circulation* 1996; 94: 407–24.
8. Boveda S, Lagrange A, Lagrange P, Galinier M, Dongay B, Blanc P et al. Reversibility of left ventricular dysfunction in atrial flutter induced cardiomyopathy after catheter ablation. *Europace* 2001; 2 (suppl A): A100.
9. Natale A, Newby KH, Pisono E, Leonelli F, Fanelli R, Potenza D et al. Prospective randomized comparison of antiarrhythmic therapy versus first-line radiofrequency ablation in patients with atrial flutter. *J Am Coll Cardiol* 2000; 35: 1898–904. ○