

HJERTEOVERVÅKNING

Rune Fanebust

Innledning

Mulighetene for å overvåke syke mennesker med tekniske hjelpemidler som kontinuerlig kan registrere fysiologiske parametere er i dag omfattende. Elektronisk utstyr kombinert med avansert datautstyr har gitt oss gode verktøy til diagnostikk og styring av behandling.

Dette kapittelet vil gi en kort oversikt over emnet. Rent tekniske forhold om hvordan utstyr er bygget opp og virker, vil i liten grad bli berørt da dette vil føre for langt og det er for mange ulike typer utstyr på markedet til at dette er hensiktsmessig.

Definisjoner

En hjerteovervåkningsenhet har som oppgave å overvåke kontinuerlig pasienter med alvorlig hjertesykdom eller hvor man mistenker dette. Det er en glidende overgang fra begrepet *overvåkningspasient* til begrepet *intensivpasient*. Det har vært vanskelig å lage helt presise definisjoner på hva som skiller en overvåkningspasient fra en intensivpasient, men følgende er vanlig å bruke:

En intensivpasient har svikt i flere organsystemer, mens en *overvåkningspasient* har svikt i et organsystem, for eksempel hjerte (sirkulasjon). I tillegg vil enkelte hjertepasienter som ikke har noen organsvikt, likevel ha behov for nøye, kontinuerlig overvåking på grunn av mulighet for episodisk, alvorlig organfunksjon (for eksempel pasienter med episodiske, alvorlige hjerterytmeforstyrrelser). Overgang fra å være overvåkningspasient til intensivpasient vil være glidende.

Organisering

Organiseringen av intensiv- og overvåkningsenheter er ulik i sykehusene. Mindre sykehus har oftest en felles overvåkings-/intensivenhet, mens større sykehus har skilt disse enhetene. Intensivavdelinger kan være «medisinske», «kirurgiske» eller «blandet» ut fra pasientbelegget. Det er blitt vanligere å skille mellom «kirurgiske»

og «medisinske» intensivavdelinger, fordi forskjellene på pasientene kan være ganske store. Akutt hjerteinfarkt, obstruktive lungesykdommer, gastrointestinale blødninger, forgiftninger, ketoacidose er eksempler på pasientkategorier som kan kreve overvåking- eller intensiv medisinsk behandling avhengig av grader av organsvikt.

En overvåknings/intensiv enhet består av et visst antall overvåknings-/intensivsen-ger hvor det er montert overvåkingsutstyr ved hver seng. Disse dataene går via kabler og vises på en *monitor* ved sengen. Herfra videreføres dataene via kabler til en *sentral* hvor dataene lagres og kan bearbeides (arbeidsstasjoner).

Pasientmonitor og arbeidsstasjoner

Pasientmonitor (skop) er en dataskjerm som ofte er montert på en bevegelig søyle i vegg- eller tak. Skjermene er høyoppløselige og betjenes ved å berøre symboler på skjermen eller via et eget panel i kanten av



Figur 1. Eksempel på pasientmonitor

skjermen. Skjermen viser kontinuerlig ulike pasientinformasjoner som registreres via hver sin modul. En monitor kan ha plass til mange moduler, dvs. at vi på forhånd kan kjøpe skop som har plass til det antall invasive og non-invasive moduler som vi trenger. I dag har selv «lette monitorer» plass til mye data. Selve overføringen av data fra pasient til monitor skjer fortsatt via ledninger.

Arbeidsstasjoner kan ta store mengder data og kan håndtere alle mulige elektroniske signaler. Skjermstørrelse er varierende; en stor skjerm kan for eksempel ta inntil 32 kanaler, for eksempel telemetri. Etter ønske kan en bytte ut noen av kanalene med andre parametere som oksygenmetning, blodtrykk osv. etter eget valg. Om ønskelig kan sentralen også koples til sykehusets nettverk og det er da mulig å se pasientdata på sin egen PC på kontoret.

Vanlige *non-invasive parametere*:

Hjertefrekvens, respirasjonsfrekvens, temperatur, kontinuerlig hjerterytme, blodtrykk, endetidal CO₂ og oksygenmetning.

Vanlige *invasive parametere*: kontinuerlig intraarterielt blodtrykk, sentralt venøst trykk og kiletrykk i lungearterien.

Målingene registreres kontinuerlig på monitoren hvor de ulike parameterne kan gis forskjellig farge som letter oversikten og gjør dataene tydeligere.

Noen målinger som vises på pasientmonitor skal kort omtales:

EKG signaler

Disse registreres digitalt og vises kontinuerlig på skjermen, oftest en eller to avledninger samtidig. Det brukes ofte 3-6 elektroder tilkoplede pasienten. Overvåkningsutstyr har mulighet til å bearbeide signalene og konstruere et 12-kanals EKG ut fra bare 5 eller 6 elektroder; da må en huske at dette ikke er det samme som et regulært 12-kanals EKG. 6 elektroder kan være plassert med en i hver lyske og skulder samt to prekordialt. Mange overvåkningssystemer muliggjør også tilkopleing av de «4 manglende» prekordialavledningene, dvs. at en da kan få et fullverdig, kontinuerlig 12-kanals EKG som kan være nyttig ved for eksempel iskemiovervåkning, lokalisering av arytmi-

fokus m.m., se ellers seinere. Dette vil også kunne erstatte et vanlig EKG apparat.

Programmer for EKG analyser, alarmfunksjoner, trendanalyser osv. finnes i arbeidsstasjonene. Hvor lenge dataene lagres der avhenger av minnekapasitet som minimum er et døgn, men kan være 3, 4 eller 7 dager (koster penger). Hjertefrekvens registreres kontinuerlig og viser et gjennomsnittstall, vanligvis basert på 5 - 10 RR-intervaller.

Alarmfunksjonene er avanserte, men dette kan stundom by på problemer fordi de kan bli for følsomme. Det er som regel et spørsmål om å lære seg å stille inn alarmene korrekt. Det anbefales å sette seg godt inn i bruksanvisningen for det utstyret man har.

Trykkregistreringer

For blodtrykk velges om en vil ha non-invasivt trykk eller invasivt (arterielt), eller begge deler. Vanligvis brukes to-tre trykkforsterkere for registrering av invasive trykk, disse er igjen tilkoplede hver sin modul. Det mest brukte er *intraarterielt blodtrykk* og *sentralt venøst trykk (CVP)*. Modulen har tastatur for justering av 0-linje, elektronisk kalibrering osv. *Det er svært viktig at dette utstyret blir satt opp nøyaktig og korrekt!*

Intraarterielt blodtrykk avleses kontinuerlig og trykkvariasjoner fanges øyeblikkelig opp, noe som er svært nyttig ved mange tilstander, for eksempel ved bruk av nitroprussid natrium som påvirker blodtrykket i løpet av sekunder. Også utseende av pulskurve kan gi informasjon.

Ved behov for å kjenne mer eksakte hemodynamiske data, kan det legges inn et kateter i a. pulmonalis (PA-kateter). Lungearterietrykket kan da måles, og ved termodilusjon (*Stewart-Hamilton prinsippet*) kan hjerteminuttvolum (CO), hjerteindeks (CI) og lunge- og systemvaskulær motstand (SVR) beregnes, se eget kapittel.

Det fins også nyere og enklere metoder for å skaffe seg hemodynamiske data, bla *puls trykkmetoder*. Disse kan være non-invasive eller invasive.

- **Non-invasive** baseres på at trykk og blodstrøm er relatert ulike steder i arteriesystemet ved impedans, som kan beregnes med tilstrekkelig nøyaktighet

når alder, kjønn, høyde og vekt er kjent. Slike non-invasive perifere, vaskulære monitorer er nyttige for pasienter med stabil sirkulasjon, men blir for upålitelig hos intensivpasienter (for eksempel ved sjokk).

- **Invasive** baseres på en kombinasjon av **arteriell pulskonturanalyse** kombinert med **transpulmonal termodilusjonsteknikk**. Det mest utbredte i Norge er PiCCO (Pulse Contour Cardiac Output) som er et tysk system og i mindre grad LiDCO som er engelsk.

PiCCO

Transpulmonal termodilusjon brukes til kalibrering (Stuart-Hamilton prinsipp). Temperaturfall måles etter injeksjon av kaldt saltvann (vanligvis 20 ml, 4 grader) i et SVK, (oftest v. subclavia) til en arterie (vanligvis a. femoralis). Minuttvolum som estimeres (CO) kalibrerer pulskonturanalysen, som etterpå oppdateres kontinuerlig (CCO). PiCCO algoritme er avhengig av morfologi av blodtrykkskurven, som brukes til matematisk kalkulasjon av kontinuerlig minuttvolum, som beskrevet av Wesseling og medarbeidere. I og med at transpulmonal termodilusjon omfatter høyre hjertehalvdel, lungekretsløpet og venstre hjertehalvdel, tillater dette ytterligere matematiske kalkulasjoner av termodilusjonskurven med estimat av hjertes fylningsvolum (GEDV), intratorakalt blodvolum (ITBV) og ekstravaskulært lungevann (EVLW). Dette kan gi nyttige tilleggsopplysninger. På grunn

Tabell 1. Enkelt algoritme for valg mellom væske eller vasoaktive medikamenter basert på PiCCO-målinger

CI	ITBVI	EVLWI	Volum	Inotropi
<3,0	<850	<10	V+	
		>10	V+!	+
	>850	<10		+
		>10	V-	+
>3,0	<850	<10	V+	
		>10	V+	
	>850	<10	OK	
		>10	V-	

V+ = gi volum; ! = forsiktig; V- = væsketrekk

av ulike feilkilder må alltid disse resultatene sammenholdes med annen klinisk informasjon (klinisk status, væskebalanse, ekkokardiografi, Doppler).

Mål for behandling vil bl.a. være normalisering av både ITBVI og ELWI, der sistnevnte responderer langsomt.

Disse målingene kommer som et supplement til andre kjente metoder til vurdering av hemodynamisk status, som bl.a. ekko/doppler og behandlingsstrategi må legges ut fra en totalvurdering av tilgjengelig informasjon.

Noen situasjoner hvor PiCCO teknikken kan svikte (en eller flere parametere kan bli feil)

- Alvorlige klaffelekkasjer vanskeliggjør kalibrering, men dersom kalibrering lykkes, kan man stole på resultatet.
- Alvorlig lungeembolisme: ITBVI blir for høy, EVLWI blir for lav, men CO blir riktig
- Adipositas: Bruk idealvekt (ikke faktisk vekt)
- Pleuravæske: EVLWI påvirkes ikke
- ARDS: EVLWI er oftest høy uavhengig av volumstatus
- Intratorakalt aortaaneurisme: ITBVI er for høy, EVLWI er uaffisert
- VT og SVT: CCO blir feil, men kalibrert CO blir rett.
- Atrieflimmer/flutter/bigemini og hyppige ekstrasystoler: Kalibrer 3-5 ganger
- Aorta ballongpumpe: Upålitelige målinger

LiDCO

Her brukes litium som fortynningsmiddel (Stuart-Hamilton prinsipp). Injiseres i en vene og fortykning registreres i en arterie.

Non-invasiv arteriell oksygenmetning (O₂ %)

Her brukes oksymetri målt transkutant. Målingen må gjøres på kroppsdel der det subkutane blodet er arterielt, dvs. der det normalt foregår en rask kapillærpassasje. Det vil i praksis si i fingertuppene, tær og øreflipp.

Transduser festes vanligvis på en fingertupp og apparatet viser da kontinuerlig vevets oksygenmetning i prosent. Ved adekvat lokal sirkulasjon tilsvarer denne arterielt blod. Fordi blodforsyningen kommer støtvis, registrerer måleren også hjertefrekvensen. Dersom hjertefrekvensen ikke er den samme som registreres ved EKG, tyder dette på at den lokale sirkulasjonen kan være nedsatt; da vil også O₂ målingene være upålitelige. Det er ikke uvanlig at O₂ metningen kan være feil, særlig ved hypotensjon og kalde ekstremiteter.

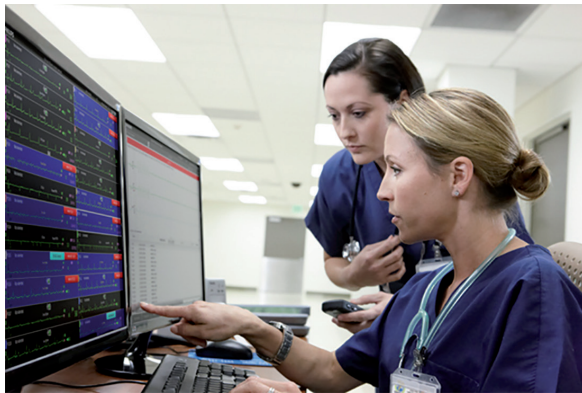
Respirasjonsfrekvens

Måles ved hjelp av impedansmåling via EKG elektrodene.

Temperatur

Temperatur kan følges kontinuerlig fra en termistor (elektrisk temperaturmåler). Det finnes en rekke slike prober. Rektummålinger er korrekte, men noe uhygieniske. Et godt alternativ er et blærekateter med temperatursensor (silikon). Dette gir pålitelige målinger og er et godt valg hos intensivpasienter som likevel trenger urinkateter for blæredrenasje eller timediurese.

Det er viktig å huske at temperatur målt ulike steder i kroppen og med ulike målemetoder er forskjellige og ikke kan direkte sammenlignes.



Figur 2 Arbeidsstasjon

Non-invasivt blodtrykk

Automatisk blodtrykksregistrering med mansjett, hvor ønsket frekvens av målinger kan stilles inn.

Overvåkingsentralen:

Fra dette stedet har man oversikt over samtlige pasienter på overvåkingsavdelingen, men ikke nødvendigvis fysisk sett. Monitorene er teknisk sett lik sengemonitorene, men ofte større. Hver monitor kan ha plass til et visst antall felt med data (en eller flere per pasient), ofte i en fleksibel fordeling, 16, 24 eller 32 er vanlig. Hver pasient har da et utsnitt av skjermen. I tillegg har man en «arbeidsskjerm» i samme størrelse, hvor man kan ta over og «forstørre» data fra den enkelte pasient og foreta nøyere målinger og analyser direkte på skjermen.

I overvåkningsentralen fins også skrivere og evt. andre lagringsmedier hvor data kan sikres.

Eksempler på nyttige funksjoner som finnes i en overvåkningsentral:

Trendkurver (kan gå fra timer til flere døgn)

Disse er ofte svært nyttige fordi de forteller noe om en gitt parameter over tid. De mest brukte er temperatur, hjertefrekvens, blodtrykk, oksygenmetning og oksygenratio.

Alarmsfunksjoner

Kan være svært omfattende; det skiller mellom alvorlige og mindre alvorlige alarmer.

Alarmene kan stilles og det anbefales å sette seg godt inn i det utstyret man har.

En moderne overvåkningsentral er et unikt verktøy til å analysere arytmier. De fleste utstyr kan estimere et 12-kanals EKG eller de kan ta et reelt 12 kanals EKG, se tidligere. Dette betyr at en arytmi kan kartlegges svært godt med hensyn til type, opphav osv.; dette gjelder også de beste telemetrisystemene, se seinere.

Iskemiovervåkning

Det finnes ulike løsninger for iskemiovervåkning. Det vektorbaserte

MIDA (Myocardial Ischemia Dynamic Analysis) konseptet er et svært godt system. Dette systemet baserer seg på en plassering av 8 ulike elektroder foreslått av Frank. Av disse plasseres 4 på brystet, 2 på magen, 1 i nakken og 1 på ryggen. På den måten registreres elektrisk aktivitet i alle områder av hjertet kontinuerlig og på bakgrunn av dette kan det gjøres analyser i tre plan, x, y og z. Slik kan en få et «tredimensjonalt bilde» av den elektriske aktiviteten i hjertet. Dette kan avspeile kontinuerlig endringer i ST-nivået og QRS-komplekset, som har karakteristiske mønstre ved ulike kliniske situasjoner, som ustabil angina pectoris, akutte hjerteinfarkt etc.

Til tross for dette har MIDA likevel nærmest forsvunnet fra norske sykehus. Årsakene er utvikling av alternative teknikker for vurdering av iskemi, utstrakt bruk av PCI ved STEMI og utvikling av enklere om enn mindre nøyaktige iskemiindikatorer enn MIDA, som er relativt tungvint i bruk.

I stedet tilbyr nå utstyrsprodusentene iskemiovervåking med færre elektroder enn de 8 som ble benyttet ved MIDA. Disse registreringene har imidlertid ikke hatt samme grad av informasjon og pålitelighet som MIDA, men kan indikere endringer/trender som så kan kontrolleres på annen måte. Det er nå systemer med 6 aktive elektroder (fire proksimale ekstremitetselektroder og to prekordiale), som vil gi bedre pålitelighet. Dessuten tillater disse systemene å bruke ytterligere 4 prekordialavledninger; dvs at man får en kontinuerlig overvåking med samme sensitivitet og spesifisitet som et 12-kanals EKG.

Mange sykehus er begynt å ta i bruk fullstendig digitaliserte løsninger, hvor alle data fra de store kurvene som overvåkningsavdelingene daglig fører for hånd, erstattes med PC baserte løsninger. Det er da én datamaskin per rom, hvor de fysiologiske parameterne «autochartres» til dataanlegget, og der pleiepersonale manuelt kan skrive inn ytterligere opplysninger, for eksempel medikamenter, væsker osv. Dette er særlig i bruk på intensiv- og overvåkningsavdelinger, men vil etter hvert bre seg til alle poster.

Også nettverk, hvor man kan ta elektronisk EKG, ekkokardiografiske undersøkelser, laboratorieanalyser, røntgen-

bilder etc., er i økende grad i bruk på norske sykehus, men dette omtales ikke videre her.

Telemetri

Telemetri er kontinuerlig trådløs overføring av fysiologiske data fra en pasient. Til dette trengs en telemetrienheter som registrerer og sender data, et antennesystem og en mot-taksenhet. Slikt utstyr er underlagt nasjonale regelverk. For bruk i Norge kreves det konsesjon fra Teletilsynet og hvert sykehus må søke om det antall telemetrier man trenger til dette formålet.

Telemetrisenderen er bærbar, ligner en mobiltelefon og veier 250 - 300 g. Den har i dag ofte 6 elektroder, en radiosender, en EKG forsterker og batterier som varer 1-2 døgn. Dagens sendere bruker mye høyere frekvenser enn tidligere, for eksempel 2,4 GHz, noe som gir et mye mer støyfritt signal. Signalene har svært kort rekkevidde og krever et godt antennesystem. Senderne tåler defibrillering, mange også vann.

Telemetrisendere har svært dårlig rekkevidde og det må derfor monteres tallrike antenner, ofte med 6 - 10 m mellomrom for å sikre at signalene fra telemetrisender er tydelige og pålitelige. Antennene forsterker signalene som sendes videre



Figur 3 Eksempel på telemetri sender (som pasient går med)

til overvåkningssentralen. Rekkevidden kan reduseres betydelig av betong og stålkonstruksjoner.

Telemetrooverføringer kan være plaget med støy som kan skyldes flere årsaker. Det kan være løse elektroder, dårlig kvalitet av elektrodene, bevegelser som fører til drag på ledninger og mer. Hvis pasientene beveger seg for langt unna antennene, kan signalene bli dårlige eller falle ut.

Telemetri brukes særlig hos pasienter som er oppgående hvor man ønsker å følge hjerterytmen. Det kan være mistanke om hjerterytmier, uavklarte synkoper o.a. Mulighet for påvisning av iskemiske forandringer med telemetri er i dag også bedre fordi seks søkende elektroder gir bedre mulighet for dette enn færre elektroder tidligere.

I dag er det også vanlig at bærbare telemetrienheter kan følge oksygenmetning og repeterte blodtrykksmåliger via en trådløs overføring (blåtannlignende); dette bestilles separat.

Mange telemetrienheter kan i dag plugges inn i en liten bærbar monitor. Man får da straks en sengemonitor som kan brukes til av avlese EKG/hjerterytme, saturasjon og non-invasivt blodtrykk. Samtidig kan også små monitører også ha telemetriefunksjon få timer.

Indikasjoner for telemetri

Indikasjoner for telemetroovervåkning er mange. Det er vanlig å dele indikasjonene i tre:

Klasse 1: skal alltid overvåkes; klasse 2: bør eller kan overvåkes og klasse 3: har ikke behov for overvåkning.

Ved Hjerateavdelingen, Haukeland Universitetssykehus, har det vært gjort en studie om nytten av telemetri publisert i *American Journal of Cardiology*. På bakgrunn av denne studien og tidligere referanser, bla fra USA (se artikkel) har sykehuset laget en lokal anbefaling om indikasjoner og varighet av telemetroovervåkning forfattet av *Nina Fåln, Jørund Langørgen og Per Ivar Hoff*.

Se skjema på neste side.

Forordning og seponering av telemetri

Til tross for nye retningslinjer for bruk av telemetri, kan det oppstå behov for

overvåkning av enkelte pasienter med særskilte indikasjoner. Dette kan være aktuelt spesielt ved vurderinger av pasienter med ikke-kardiale problemstillinger i akuttmot-tak. Kardiologisk bakvakt eller forvakt på kveld/natt skal verifisere forordninger som ikke omfattes av retningslinjene.

Sykepleiere i overvåkningssentralen kan tildele telemetri der det er definert klar tidsbegrensning for overvåkning. Skopvakt gir beskjed til post når det ikke lenger er indikasjon for overvåkning, jfr. «Lokale retningslinjer for telemetroovervåkning». Seponering av telemetri vurderes fortløpende på postene samt ved alle legevisitter, og meldes tilbake til telemetrisentralen. Prioritert vente- og seponeringsliste utarbeides i samarbeid med postlege eller vakthavende lege på dagtid. På ettermiddag formidles telemetristil til bakvakt for prioritering på ettermiddagsvisitt.

Forfattet av: Nina Fåln, Jørund Langørgen og Per Ivar Hoff

Referanse: American Journal of Cardiology 2013; 112: 1219-1223

Forkortelser:	
ACS	Akutt koronarsyndrom
AFli/Aflu	Atrieflimmer/atrieflutter
ACB	kransårekirurgi
ICD	hjerterstarter
NSTEMI	Ikke ST hevningsinfarkt
PCI	perkutan koronar angiografi
PM	Pacemaker
RFA	Radio frekvens ablasjon
STEMI	ST hevningsinfarkt
SVT	Supraventrikulær takykardi
TAVI	Perkutan implantasjon av aortaklaffer
UP	Ustabil anngina
VT/VF	Ventrikkeltakykardi/ ventrikkelflimmer
WPW	Wolf Parkinson White

Telemetriovervåking av pasienter; indikasjoner og varighet

Klassifisering	Pasientgrupper	Varighet av overvåking
Klasse I <i>Skal overvåkes</i> <i>Pasienter med fet skrift har 1. prioritet</i>	Pasienter vellykket gjenopplivet etter hjertestans	Til PCI/ACB/ICD
	STEMI	48 timer fra innkost
	Etter TAVI behandling	Til PM eller 5 døgn
	Postoperative hjertepasienter og andre som er avhengige av temporær PM	Til stabil egenrytme eller PM
	Alvorlig 2-3. grads AV blokk/ symptomgivende bradykardi	Til opphør eller PM
	Deaktivert ICD	Kontinuerlig overvåking
	Etter VT-ablasjon	Minimum 6 timer
	Diagnostisert aortaendokarditt (fare for blokkeringer)	Kontinuerlig overvåking 5 dager etter oppstart antibiotika, deretter bare på særskilt indikasjon
	Pasienter med brystmerter	Til avklart (2 negative TropT) eller stabilisert (uten EKG iskemi eller til angiografi/PCI)
	NSTEMI/UAP	Til stabilisert eller til angiografi/PCI
	PCI med ukomplisert forløp	4 timer
	PCI/angiografi med komplikasjoner	Individuell vurdering
	Klinisk ustabil hovedstammestenoze eller 3-kar sykdom	Til PCI/ACB
	Hovedstammestenoze behandlet med PCI	Minimum 12 timer
	Truende el. pågående hemodynamisk ustabil tachyarytmi inkludert WPW, AFli/Aflu>150/min, VT/VF og langt QT-intervall (ex. intox, elektrolytforstyrrelse, medfødte hjerteveil)	Til spontant opphør eller til behandlet
	RFA prosedyre med komplikasjoner	Individuell vurdering
	Synkope av ukjent årsak	12-24 timer
Ved dekompensert og/eller akutt hjertesvikt	Minimum 24 timer	
Myokarditt	24-48 timer uten alvorlig arytmi	
Klasse II <i>Kan/bør overvåkes</i>	Medikamentell behandling for frekvens-reduksjon av Afli/Aflu	Til sinusrytme eller akseptabel frekvenskontroll. Minimum 4 timer
	Barn < 15 år etter RFA	Minimum 4 timer
	SVT/AF ablasjon	Inntil 6 timer
Klasse III <i>Ikke behov for monitorering</i>	Etter angiografi	Kun på spesielle indikasjoner
	Pasienter med kronisk, medikament kontrollert AF	
	Stabile pasienter med asymptomatisk/kronisk ventrikkelarytmi (VES/ ikke-vedvarende VT)	
	Etter ICD/PM innleggelse	
	HLR	Kun på spesielle indikasjoner