

LANGTIDS EKG OG ANDRE EKG-DERIVERTE METODER FOR RISIKOSTRATIFISERING

Per Anton Sirnes og Torkel Steen

Langtids EKG (Holter)

Ambulatorisk langtids EKG opptak (24t EKG, «Holter-opptak») ble introdusert av Dr Norman Holter i 1957.

Indikasjon for langtids EKG (LEKG) ved forskjellige sykdomstilstander og symptomer vil alltid være omdiskutert. Nytteverdien er helt avhengig av valgt indikasjonsstilling. Dårlig indikasjon gir meningsløs eller i verste fall villedende informasjon. Tabell 1 gir en oversikt over gode og mindre gode indikasjoner, hentet fra nyere guidelines.

LEKG består prinsipielt av 6 komponenter

- Elektroder
- Elektrodeledninger
- Opptaker
- Overføringssystem til PC
- Analyse og bearbeiding av signalene ved dataprogram
- Vurdering av EKG data – relevans for klinisk problemstilling

Pkt 1 - 3 evt. 4 gjøres ofte av spesialtrente sykepleiere eller teknikere. Det er imidlertid viktig å for en kardiolog å ha inngående kjennskap til også disse forholdene for å kunne ha full klinisk nytte av et Holter system.

Elektroder, elektrodeledninger

Man bruker engangselektroder som er spesielt designet for LEKG. Det er viktig med god hudkontakt: lett avvasking med sprit og lett abradering av ytterste hornlag. En for ivrig hudpreparering kan dog skape økt irritasjon og kløe med nedsatt kvalitet som følge. Det kan være en fordel å måle impedansen i huden direkte mellom elektrodene. Den bør være <5 kΩ og helst <2 kΩ. Unngå

å feste elektroder direkte over muskulatur. Ved festing av elektroden skal man trykke på den adhesive delen av ringen rundt og ikke klemme direkte på elektrodepunktet (da kan gelen gli utover og skape dårligere feste og mulighet for krepstrømmer).

God hudpreparering, riktig elektrodeplassering og feste av elektrodeledninger er de viktigste enkelttiltak for å redusere støy og dermed gjøre analysen raskere og bedre. Det er en fordel at den som setter på elektroder også jevnlig gjør analyser av egne påsatte systemer, slik at en personlig kan få tilbakemelding ved dårlig monterte systemer.

Det finnes systemer for LEKG med fra 1 til 12 kanaler (avledninger). Enkle systemer med kun en kanal (for eksempel «R-test») kan gi verdifull informasjon, men generelt vil analysene bli bedre og sikrere ved flerkanalssystemer. Man vil da lettere kunne identifisere p bølger, aberrante slag og lettere avdekke støy. Med økende kapasitet for datalagring i små minnebrikker er kapasiteten på datalageret nå en mindre begrensende faktor enn tidligere. Noen systemer har to elektroder for hver kanal, andre kan ha en eller flere felles indifferent elektroder. Dette sparer antall ledninger, men de blir mere følsomme for støy om den indifferente elektroden skulle få problemer. De enkelte systemers manualer beskriver plasseringen av elektrodene. Vanligvis er disse plassert slik at man får både gode avledninger fra en V5 - V6 posisjon, samt en avledning som kan fange godt opp potensialer rettet kaudalt som for eksempel P-bølger. I trekanals systemer er det i tillegg en fordel å ha en V1 - V2 lignende avledning. Da den elektrisk akse variere mye fra menneske til menneske er det viktig å ha et aktivt forhold til elektrodeplasseringene og eventuelt justere posisjonene ved ekstremt horisontale eller vertikale hjerteakser.

Tabell 1: Viktigste indikasjoner for langtids-EKG (ikke ILR) (modifisert etter sentrale retningslinjer)

Problemstilling	Sterk indikasjon (kl. I)	God indikasjon (kl. IIa)	
Uforklart (nær-) synkope	- Med kliniske holdepunkter for arytmi som årsak - Hyppighet minst en gang per uke (Holter)(2)	Ekstern loop-recorder ved hyppighet minst en gang per måned (2)	
Synkope der årsaken er sannsynliggjort anamnestic eller på annen måte			
Gjentatte palpitasjoner	- Forutsatt hyppighet som gjør det sannsynlig med symptomer under registreringen (1)		
Episodisk dyspnoe, matthet, brystmerter			
Forbigående neurologiske symptomer			
Hjerneslag			
Atrieflimmer (AF)		- Ved mistanke om paroksysisk AF (3) - Evaluering av frekvenskontroll (3) - ESC guidelines	
Vurdering av risiko for malign arytmi og plutselig hjertedød	- Personer med kjent hjertesykdom som søker dispensasjon for førerkort kl. C og D (administrativ, ikke medisinsk indikasjon)		
Pacemaker- og ICD-pasienter	- Vurdering av episodiske symptomer, når devices diagnostikk ikke er tilstrekkelig - Vurdering av rate respons/sensor når statistikken i device ikke er tilstrekkelig		
Angina pectoris	- Mistenkt variantangina (1)	- Mistenkt vasospastisk angina (4)	

Man får igjen for å bruke noe mere kostbare «spesial» elektroder til LAEKG. Det er viktig at bevegelser i elektrodeledning ikke overføres direkte til elektroden. Dette kan unngås ved å bruke elektroder der trykknappen er feste til en løs flipp, videre bør ledningene fastes med tape, og det er en fordel å ha lage en «sikkerhets-loop» før ledningen festes til elektroden, for å hindre at ledningsstrekk forplantes videre. Unngå at ledningene henger og slenger ved aktivitet. Noen benytter også en «vest» av nettingbandasje for å holde ledningene på plass.

Ved slitasje oppstår ikke sjelden feil på elektrodeledninger. Har man flere like sett, bør disse merkes individuelt – dette letter eventuelt senere feilsøking. Testing av elektrodeledninger mht brudd kan gjøres enkelt med et Ohm-meter.

LEKG-systemer

Kontinuerlig opptak

De første Holter opptakerne brukte bånd-opptaker som gikk kontinuerlig og lagret EKG i maksimalt et døgn. I dag lagres alt digitalt på minnebrikker og lagringskapasitet er i mindre grad en begrensende faktor. Det finnes systemer som kan lagre flere kanaler i opptil 2 uker. Klassisk Holter-opptak gjøres kontinuerlig av en eller flere kanaler i et eller flere døgn. Noen digitale opptakere er også «intelligente» og bearbeider og analyserer EKG data direkte etter hvert som data lagres. Det er også kommet systemer med «realtime» kontinuerlig EKG opptak der EKG data ved hjelp av mobiltelefon-teknologi jevnlig sendes videre til en sentral.

Mindre god indikasjon (kl. IIb)	Ikke indikasjon (kl. III)	Kommentar
	Sjeldne, eller enkeltstående synkope(r), uten klinikk på arytmi, eller med annen, sannsynlig årsak	Diagnostisk utbytte av langtids-EKG i synkopeutredning er oftest dårlig. Opptak et symptomfritt døgn gir ofte minimal eller villedende informasjon.
	X (1)	Langtids-EKG skal ikke brukes «rutinemessig» på denne indikasjonen
		Palpasjoner hos hjerterfriske er oftest ufarlige. Tenk terapeutisk konsekvens
X (1)		Gir sjelden nyttig informasjon
	X	Gir svært sjelden nyttig informasjon
Med klinisk mistanke om paroksysisk AF (1) «Bør» gjøres i utredning av hjerneslag, etter Helsedirektorets hjerneslagretningslinjer (6). Anbefalingsgrad og evidensnivå ikke angitt.	Uten holdepunkter for paroksysisk AF (1)	Omdiskutert tema. Lav sensitivitet. 7 døgns Holter har bare ca. 70% sensitivitet (3). Lav negativ prediktiv verdi. En negativ Holter kan ikke «utelukke AF». Ofte vanskelig å vurdere registreringene. Hvor mye AF skal til for å kunne gi emboli?
- Evaluering av frekvenskontroll (1) – AHA guidelines		- Varighet > 30 s for å stille diagnosen AF (3)
- Gjennomgått infarkt, EF < 40% - Hjertesvikt - Hypertrofisk CMP	- Gjennomgått infarkt, EF > 40% - Preoperativ vurdering - Søvnapnoe - Klaffefeil	Merk at det ikke er noen kl. I eller IIa-indikasjoner! (1) Ved lav EF kan funn av non-sustained VT tilsi primærprofylaktisk ICD
		Nye pacemakere og ICD har god statistikk og lagring av episoder. Noen kan pasientaktiveres med magnet ved symptomer, og gir da bedre diagnostikk enn Holter. Bør tolkes av lege med god innsikt i pacemakerprogrammering
	- Brystsmerter hos pas. som kan belastes	Diskrepans mellom AHA og ESC retningslinjer. Holter brukes nå lite i iskemiagnostikk

Intermitterende opptakere (Event-recorder)

De enkleste typer intermitterende opptakere starter opptak først ved en hendelse (event) når pasientknappen aktiveres. Noen bruker påmonterte elektroder, andre kan tar opp et EKG signal ved at pasienten presser tomlene mot metallelektroder på på boksens utsider («tommel-EKG»). Fordelen er at man da slipper å ha på elektroder og pasienten kan ha apparatet tilgjengelig i mange dager/uker og gjøre EKG registrering ved symptomer. Ulempen med pasientaktiverede systemer er at de ikke automatisk får med seg hva som foregikk da pasienten hadde sine symptomer, for eksempel nær-synkope eller kort NSVT.

Mer avanserte intermitterende opptakere fungerer som en «loop-recorder»

dvs. at EKG signalet tas opp hele tiden, men bare lagres i små porsjoner ved aktivering, enten av pasienten selv eller av en algoritme som reagerer på det den tror er arytmi. Tid post- og preevent kan forhåndsprogrammeres. Noen systemer bearbeider delvis EKG-data selv. Et eksempel på dette er «R- test» (Novacor), som kan programmeres inn til å detektere pauser, løp, ekstrasystoler, med mer, som så lagres i tillegg til evt. pasient aktiverede EKG data.

Eventrecorder med elektroder kan benyttes ofte i perioder på inntil to uker, pasienten skifter da selv elektrodene ved dusjing mm. Håndholdte «tommel-EKG» opptakere kan pasienten ha med seg i dager/ uker, avhengig av kapasitet og behov, og egner seg godt til pasienter med sjeldne anfall av symptomatisk arytmi. Slike kan også brukes til oppfølging av AF pasienter

ved at pasienten for eksempel tar opp 30 s. EKG fast et par ganger pr døgn uansett symptomer.

Pulsklokkebelter

Pulsklokkebelter brukes ofte av idrettsfolk og mosjonister. De mere avanserte har i prinsippet R-R deteksjon og kan lagre R-R data, men dette bruke mye minne og de fleste lagrer gjennomsnittsfrekvens for eksempel hvert 5 eller 10 sekund. Det er mulig å få PC utskrift av frekvenskurver og dette kan av og til være nyttig ved helt klare og langvarige hopp i frekvensen med samtidige symptomer. Det er imidlertid mange feilkilder bl.a. på grunn av beltets plassering og ekstern støy (220 V). Klinisk kan man dog i noen tilfeller ha nytte av pulsklokke hos enkelte pasienter som ikke selv kjenner en for rask rytme og kan utvikle takymyopati f. eks ved vedvarende rask overledet atrieflutter.

Implanterbar loop-recorder (ILR)

Ved mistanke om alvorlige, men sjelden forekommende arytmier har man nå fått teknologi til å påviste disse ved implanterbar loop-recorder (ILR). Dette er en liten og tynn «chip» ca. 6 x 2cm (den minste som er lansert er på størrelse med et 1/3 AAA batteri) (figur 1), som opereres inn («injiseres») subkutant i brystregionen. Den har batterikapasitet for ca. tre år. Den kan lagre ca. 30 - 40 min med EKG, fordelt på flere episoder av inntil 6 minutters varighet. Lagring kan aktiveres av pasienten ved å holde en «fjernkontroll» over huden, og den har automatisk deteksjon av brady- og takyarytmier. Minnet kan avleses som en pacemaker. Den automatiske deteksjonen lider under over- og undersensing, og det er pasientaktiverede episoder som oftest er verdifulle. Pasienten må være motivert og ha handlingsevne i forbindelse med episodene. Prisen er ca. 20.000-25.000 kroner. I tillegg kommer implantasjon, fjerning og anslagsvis 4 kontroller per år i tre år. ILR er meget nyttig på god indikasjon, men ganske ressurskrevende. Den skal ikke erstatte en nøktern, klinisk vurdering ved f.eks. synko-per. Tenk konsekvens av mulige funn først.

En annen viktig kilde til arytmideteksjon er analyse av minnet fra implanterte pacemaker og ICD systemer. De fleste

moderne systemer har verdifulle arytmiologer og med hjemmeavlesning og dataoverføring via nettet kan man i løpe av kort tid få kartlagt aktuelle arytmier.

Av de ulike systemene er det naturlig å benytte kontinuerlig LEKG ved arytmiske symptomer som forekommer hyppig, dvs daglig eller flere ganger pr uke. LEKG er også nyttig ved evaluering av frekvensvariasjon ved atrieflutter. Pacemakerevaluering skjer oftest best ved pacemakerens eget minne og statistikk. Ved LEKG hos pasienter med pacemaker bør man om mulig ofte stille inn programmet spesifikt for «spike» deteksjon. Bruker man Holter, må den som tolker registreringen ha godt kjennskap til pacemakerbehandling og den spesifikke pacemakerens særegenheter

Å påvise sammenhengen mellom pasientens symptomer og eventuell arytmi er svært viktig. De fleste systemer har en pasient aktivert knapp som merker EKG når denne aktiveres. I tillegg er det viktig at pasienten fører en liten «dagbok», der pasientene noterer ned spesielle aktiviteter som kan gi raskere frekvens for eksempel trening, samt angivelse av tidspunkt for spesielle symptomer og når pasienten legger seg og står opp. Dette letter tolkning av frekvensvariasjoner og endringer av R og ST segment (ofte stillingsavhengige forandringer

Analyse

De forskjellige systemer har egne algoritmer for analyser. For 24 timers LEKG som representerer typisk ca. 100 000 hjerteslag, er det vanlig at man begynner med å kategorisere QRS kompleks av samme type (templater), og merker disse som normalslag (dominant QRS), supraventrikulære, ventrikulære eller artefakter. Antallet templater som skal kategoriseres øker sterkt om det er mye støy i opptaket. Etter å ha fått antall templater ned på et minimum, går man gjennom og kontrollerer det som den automatiske analysen rapporterer av avvik (pauser, bradykardier, SVT, VT, atrieflutter osv.). De fleste systemer har også mulighet til å skumme gjennom hele opptaket i løpet av 10 - 30 min, slik at man er sikker på å ikke overse pauser eller alvorlig brady- eller takykardi. Display av R-R intervaller og HR kurve med standardavvik, gjør det lettere

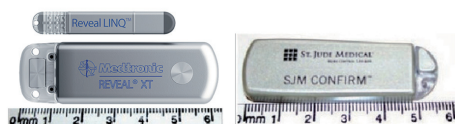
å finne episoder med atrieflimmer med typiske irregulareteter i R-R intervall.

Ved funn av mistenkelige takykardier bør man alltid være mistenksom på artefakter som for eksempel kan skyldes muskeluro, dunk på elektroder, støy fra eksterne elektroniske apparater med mer. Det er her en stor fordel med 2 evt 3 avledninger/kanaler. Ofte er støy mest uttalt i én avledning

Bruk av LEKG ved mistanke om arytmier

Dersom man etter nøye gjennomgang av aktuelle symptomer finner at disse muligens kan relateres til en rytmeforstyrrelse, er det fire mulig resultater av et LEKG opptak.

- Pasienten får symptomer under registreringen og vi har et dokumentert EKG



Medtronic Reveal LINQ og XT

SJM Confirm

Figur 1. ILR, tre typer

som forklaring på symptomene. Dette er naturligvis et betydningsfullt funn.

- Pasienten får symptomer under registreringen og EKG er normalt. Dette er også et viktig funn som usannsynliggjør rytmeforstyrrelse som symptomårsak
- Pasienten får ikke symptomer, men vi gjør funn i EKG av asymptomatisk arytmi. Her blir vurderingen ofte vanskelig. På den ene side kan for eksempel funn av asymptomatisk bradykardi peke i retning av for eksempel sinusknute dysfunksjon, noe som kan være besnærende dersom vi utreder en pasient med nærsynkope. Hyppigheten av asymptomatiske arytmier er imidlertid relativt stor i en normal befolkning. Ofte blir resultatet nonkonklusivt, og man må gjenta undersøkelser, evt. over lengre tidsrom.
- Pasienten får ikke symptomer og vi finner heller ikke noe interessant. Dersom vi ut fra klinikken har sterkt mistanke om en reell arytmi som gir alvorlige symptomer, er det viktig ikke å gi seg med en negativ LEKG, men være standhaftig å og gjenta

undersøkelser inntil vi har fått EKG i tilknytning til symptomer.

Palpitasjoner er blant de vanligste årsaker til å få utført LEKG. Ofte vil man ikke finne noe spesielt, men det å kunne påvise et normalt EKG i det pasienten opplever sine symptomer er viktig, for å bidra til å utelukke kardial årsak. På den annen side vil pasienter med reell PSVT ofte i mange år ha «psykiatrisk» diagnose. I et arbeid med elektrofysiologisk verifisert PSVT oppfylte to av tre pasienter DSM-IV kriterier for «panic disorder».

De fleste tilfeller av nokturnal bradykardi kan ignoreres om de forkommer under søvn. Episoder med Wenckebach AV blokk II forekommer i inntil 10 % av yngre voksne under søvn og også på dagtid under perioder med sterk vagal aktivitet. En oversikt over funn av asymptomatiske arytmier funnet ved LEKG og deres relevans er oppført i tabell 1.

ST analyse ved langtids-EKG

Dersom formålet med LEKG er iskemidiagnostikk, bør elektrodeoppsettet velges med henblikk på dette. En avledning tilsvarende V5: CM5 (Chest-Manubrium) avledning er den som hyppigst påviser iskemi. Vanligvis kombineres ofte CM5 med CM3 evt. også en modifisert nedreveggsavledning, om man har tre kanaler. Dersom man har gjort AEKG og vet hvilken av prekordialavledningene som ga mest utslag, bør en tilsvarende bipolar CM avledning benyttes. For ST analyser med henblikk på iskemi, bør basis QRS komplekset som man skal sammenligne med, ha en voltage på minst 1 mV med en oppadgående T bølge og flatt eller svakt oppadgående ST segment med $< 0,1$ mV deviasjon fra P-R segmentet. For å påvise iskemi ved LEKG kreves et flatt eller nedadgående ST segment med $> 0,1$ mV depresjon 60 - 80 ms etter J punkt med gradvis start og stopp og med varighet på minst ett minutt. Man bør regne minst 5 min mellom hver ny episode.

Det er viktig å være klar over at stillings- og respirasjonsendringer kan gi forbigående ST forandringer og at falsk ST depresjon regelmessig sees ved VVH, intraventrikulær ledningsforstyrrelse (QRS $> 0,1$ s), bruk av digitalis, supraventrikulær

takykardi, preeksitasjon, elektrolyttforstyrrelser med mer.

For pasienter uten kjent koronarsykdom har det ikke vært vist at Holter med ST analyse kan bidra prognostisk. Dog er det nyttig å kunne påvise et normalt EKG under smerteanfall hos pasienter som utredes for anfall med brystmerter.

Blant pasienter med kjent koronarsykdom har ca. 30 - 40 % iskemi ved LEKG og de fleste (60 - 80 %) av episodene er stumme. Ved ca. 80 % av episodene er det samtidig hjerterefrekvensøkning. Påvisning av hyppige episoder med iskemi ved LEKG hos koronarpasienter er vist å kunne identifiseres en gruppe med forverret prognose. Det er dog ikke noen enighet om å anbefale screening av koronarpasienter generelt. Metoden er særlig anvendelig hos pasienter der man mistenker vasospastisk angina (Prinzmetal) og hos pasienter som av ulike grunner ikke kan gjennomføre AEKG. Med økende tilgjengelighet for invasiv utredning og behandling og mulighet for invasiv funksjonell vurdering av stenose signifikans, brukes LEKG i dag i liten utstrekning til iskemidiagnostikk

Presentasjon av funn

Man vil nesten alltid «finne noe» ved LEKG og det er viktig å være edruelig med hensyn til den kliniske betydning av påviste arytmier, kfr. tabell 2.

En vanlig rapport bør inneholde:

- Teknisk kvalitet av opptaket og hvilke avledninger som er benyttet
- Hvilke definisjoner som er brukt for pauser, bradykardier, SVT, VT, prematuritet.
- Grunnrytme
- Gjennomsnittsfrekvens, evt. separat dag- og nattefrekvens. Maksimal- og minimumsfrekvens.
- Angivelse av antall VES og SVES, evt. pr time, doble VES, episoder med bigemini o.s.v. (slik telling ble ansett som viktig i de tidlige faser av Holteropptak, men er nå oftest nedtonet, da de sjelden har terapeutiske eller behandlingsmessige konsekvenser)
- Episoder med atrieflimmer, og paroksysiske takykardier. Antall, varighet og maksimalfrekvens.
- Evt. patologiske ST avvik.
- Kortfattet konklusjon der angitt funn relateres til det kliniske bildet.

Tabell 2. Relevans av tilfeldige funn av asymptomatiske arytmier ved langtid EKG (etter Zareba: "non-invasive electrocardiology in clinical practice")

	Betydning	
Asymptomatisk arytmitype	Nokturnal	Dagtid
Sinus arrest	Ingen hvis < 3 sek	Mistanke om sinusknute dysfunksjon
Pauser under AF	Sjelden av betydning hvis < 4s	Ingen hvis ikke symptomer
AV blokk II Mobitz type 1	Ingen betydning	Sees ofte hos yngre i perioder med høy vagal aktivitet. Hos eldre indikerer det AV overlednings sykdom
AV blokk Mobitz type 2 og AVblokk III	Korte episoder kan av og til sees normalt, men bør føre til videre evaluering	Viktig funn (husk at 2:1 blokk ikke kan klassifiseres som Mobitz 1 eller 2)
Ekstrasystoler (SVES, VES)	Ingen betydning uten strukturell hjertesykdom. Hyppige VES (>10000/døgn) kan ha prognostisk betydning ved kjent hjertesykdom	
Korte episoder med atrial arytmi	Uten betydning, men sjekk evt. underliggende årsak	
Kort nonsustained VT	Sannsynligvis liten betydning uten strukturell hjertesykdom, men bør vanligvis følges opp. Viktig funn ved strukturell hjertesykdom	
Hyppige eller vedvarende takyarytmier	Viktig funn, risiko for takykardimyopati, risiko for embolier ved AF/Aflu.	

Hjertefrekvensvariabilitet

Analyse av variabiliteten av normale R-R intervall kan gi informasjon om autonom påvirkning av hjertet dvs balansen mellom det sympatiske og parasympatiske nervesystemet. Man kan avlede en rekke parametere som kan indikere variabiliteten. Lav variabilitet er relatert til økt sympatikus-tonus og har vært knyttet til økt risiko for plutselig død hos pasienter med hjertesykdom. Hittil har klinisk nytteverdi vist seg begrenset. Metoden har også vært brukt til vurdering av autonom balanse hos andre grupper, som utmattelsessyndrom («ME») og overtrening hos atleter.

Høyoppløsnings EKG / signal averaging ECG = SAECG / sen-potensial EKG

Dersom man forsterker et EKG signal vil støyen også forsterkes. Dersom man imidlertid opptar et repeterende EKG signal, for eksempel et QRS kompleks, svært mange ganger og summerer signalet til et gjennomsnittskompleks, vil støysignalene nulle seg ut og vi oppnår et meget høyt signal-til-støy forhold. Ved SAECG kan man påvise ørsmå potensialer som er skjult i et vanlig EKG. Teknikken er mest brukt til å påvise patologiske senpotensialer i QRS komplekset. Økte senspotensialer har vært assosiert med økt risiko for alvorlig ventrikulær arytmi hos postinfarktpasienter, hypertrofisk kardiomyopati, ARVD og Brugada syndrom, men funn på SAECG inngår likevel ikke noen nåværende indikasjonsstillinger for behandling av arytmier eller ICD-implantasjon, og metoden er ikke mye i praktisk, klinisk bruk.

QT-dispersjon

Heterogenitet i impulsutbredelse og refrakterperiode er en viktig årsak til reentry takykardier. Et mål på denne heterogenitet er forskjeller i QT tid i forskjellige overflateEKG avledninger. Man måler forskjell i QT tid mellom den avledningen med kortest og lengst QT tid, evt korrigert for frekvens. QT-dispersjonen er forlenget ved langt QT-syndrom og det er også påvist sammenheng mellom QT-dispersjon og proarytmisk

tendens for flere andre pasientgrupper. Den kliniske nytten av dette er foreløpig uklar.

T-bølge alternans (TWA)

Med QRS-alternans forstår man varierende amplitude av QRS-komplekset slik man kan se ved et hjerte som pendler inne i en stor perikard effusjon. Det kan også ses ved ortodrom atrioventrikulær reentryarytmi. Makro-T-bølge alternans sees en sjelden gang ved at T bølgene varierer sterkt fra slag til slag, for eksempel ved at de annen hver gang blir negative. Dette er bl.a. beskrevet ved langt QT syndrom. Mikrovolt T-bølge alternans: Ved hjelp av komputerisert EKG kan man også påvise små svingninger i T-bølgens amplitude og varighet. TWA er også sterkt avhengig av frekvensen og kommer ofte først frem ved økende frekvens for eksempel >100. Atrial pacing og opptak ved AEKG har vært brukt for å påvise TWA. Mikrovolt TWA har ikke funnet sin plass i praktisk klinikk.

Barorefleks-følsomhet (BRS)

Arterielle baroreseptorer er lokalisert til sinus caroticus og i aortabuen. De spiller en sentral rolle i regulering av det autonome nervesystem og bidrar til å regulere hjertefrekvens i forhold til BT og vice versa. En økning av blodtrykket forårsaker økt firing fra baroreseptorene og dette inducerer nedsatt sympatikusaktivitet og økt vagusaktivitet. Motsatt gir et BT fall nedsatt aktivitet i baroreseptorene noe som gir økt sympatikusaktivitet og nedsatt parasympatikus.

Det har vært utviklet en rekke metoder for å måle BRS, og dette har vært forsøkt knyttet til prognose ved f.eks. kornarsykdom. Metoden har ikke funnet noen plass i praktisk klinikk, og omtales derfor ikke videre her.

Hjertefrekvens turbulens (HRT)

Heart rate turbulens (HRT) ble introdusert i 1999 for å beskrive kort-tids oscillasjoner i sinus syklus etter en ventrikulær ekstrasystole. Hos normale vil en VES indukert et ørlite fall i R-R intervall i 2 - 3 slag og deretter en liten økning inntil 8 - 10 slag etter VES og retur til basis etter ca 20 slag. Det

benyttes et langt hvile EKG opptak eller et Holter opptak med flere VES. Metoden har ikke vist seg klinisk nyttig.

Referanser

- 1) Crawford MH et al: ACC/AHA Guidelines for Ambulatory Electrocardiography - Executive Summary and Recommendations. Circulation. 1999;100:886-893.
- 2) European Society of Cardiology: Guidelines for the diagnosis and management of syncope (version 2009). European Heart Journal, doi:10.1093/eurheartj/ehp298
- 3) European Society of Cardiology: Guidelines for the management of atrial fibrillation (full text), European Heart Journal doi:10.1093/eurheartj/ehq278
- 4) European Society of Cardiology: Guidelines on the management of stable angina pectoris: full text. European Heart Journal doi:10.1093/eurheartj/ehl002
- 5) European Society of Cardiology: EHRA POSITION PAPER - Indications for the use of diagnostic implantable and external ECG loop recorders. Europace (2009) 11, 671-687 doi:10.1093/europace/eup097
- 6) <http://www.helsedirektoratet.no/publikasjoner/nasjonal-retningslinje-for-behandling-og-rehabilitering-ved-hjerneslag-fullversjon/Publikasjoner/nasjonal-retningslinje-for-behandling-og-rehabilitering-ved-hjerneslag-fullversjon.pdf>