

Arbeids-EKG og lokalisasjon av koronararteriestenoser

Sammendrag

Bakgrunn. ST-senkninger i arbeids-EKG er nesten alltid lokalisert til avledningene V4–6. Vi ville undersøke om en eventuell annen lokalisasjon gir ekstra informasjon og om man får ST-ændringer i arbeids-EKG når hvile-EKG etter hjerteinfarkt viser QS-mønster i avledningene V1–4.

Materiale og metode. Materialet er hentet fra CART-studien, der 365 pasienter gjennomgikk et standardisert arbeids-EKG og kort tid deretter koronar angiografi. Kravet til inklusjon i studien var minst en stenose med mer enn 60 % diameterreduksjon.

Resultater. 175 pasienter (48 %) fikk ST-senkninger, herav 162 (92 %) i avledningene V4–6. 52 (30 %) fikk også forandringer i avledningene II/aVF og 12 (8 %) bare i disse avledningene. Pasienter med ST-senkninger i avledningene II/aVF atskilte seg ikke fra de øvrige, verken når det gjaldt flerkarssykdom versus enkarssykdom, andel med Q-bølger i hvile-EKG eller lokalisasjon av koronararteriestenoser. Blant 39 pasienter med QS-mønster i avledningene V1–4 fikk 14 ST-senkninger, mens bare to fikk ST-hevning.

Fortolkning. De ST-senkninger man ser i EKG under en arbeidsbelastning, gir ingen indikasjon på lokalisasjon eller utbredelse av koronar hjertesykdom.

Engelsk sammendrag finnes i artikkelen på www.tidsskriftet.no

Oppgitte interessekonflikter: Ingen

Øyvind Skjæggestad*
Odd Johansen

odd.johansen@ulleva.no

Harald Arnesen

Hjertemedisinsk avdeling
Ullevål universitetssykehus
0407 Oslo

* Nåværende adresse:
Hosletoppen 14
1362 Hosle

Arbeids-EKG er en meget benyttet metode ved undersøkelse av pasienter med mistenkt koronar hjertesykdom, og man er spesielt interessert i opptreden av ST-senkninger. Disse er oftest lokalisert til de laterale prekor-dialavledningene, særlig er V5 fremhevet (1–3). ST-senkninger ses imidlertid også i de avledninger som avspeiler de nedre/bakre deler av myokard, særlig avledning II er undersøkt (2).

Vi ønsket å undersøke om det rent diagnostisk har noen betydning hvor ST-senkningene er lokalisert i arbeids-EKG. Det er angitt at dersom man ser ST-senkninger i flere avledninger, taler det for multiple stenoser (1, 4) og at forandringer bare i avledning II ses når hvile-EKG viser Q-takker (4). Det er også vårt inntrykk at mange mener forandringer i avledningene II/aVF skyldes stenoser på høyre koronararterie som forsyner hjertets nedre vegg. Dette er også angitt i en lærebok fra 1991 (5), i andre kardiologiske lærebøker nevnes dette ikke (4, 6), heller ikke i en oversiktsartikkel om arbeids-EKG publisert i Tidsskriftet i 2004 (3). Imidlertid blir det i to større lærebøker anført at de ST-senkninger man ser i arbeids-EKG, ikke gir noen indikasjon på hvor i myokard iskemien er lokalisert (7, 8). Etter gjennomgått fremreveggs hjerteinfarkt har noen pasienter et hvile-EKG med QS-mønster i avledningene V1–4. Det angis at disse pasientene ofte får ST-hevninger ved belastning (7), men hvor ofte får de ST-senkninger? Hvor ofte finner man ST-hevninger i arbeids-EKG når hvile-EKG er normalt?

Materiale og metode

Pasientmaterialet er hentet fra CART-studien, The Coronary Angioplasty Restenosis Trial (9). Pasientene var henvist med mistanke om koronar hjertelidelse og ble inkludert i studien dersom det ble påvist minst en stenose med mer enn 60 % diameterreduk-

sjon målt med kvantitativ koronar angiografi. Graden av stenose ble kalkulert på basis av Minimal Luminal Diameter (MLD) på stenosestedet sammenliknet med en referansediameter (9). Stenoser med mer enn 90 % diameterreduksjon ble registrert særskilt. 388 pasienter fullførte CART-studien, 23 ble ekskludert for vårt formål fordi de hadde venstre grenblokk i hvile-EKG. Vårt materiale består derfor av 365 pasienter, 93 kvinner og 272 menn med gjennomsnittsalder på henholdsvis 61,2 og 58,3 år. Av disse hadde 136 enkarssykdom, hvorav 71 med stenose på venstre fremre koronararterie (LAD-stenose), 38 med stenose på høyre koronararterie (RCA-stenose) og 27 med stenose på venstre bakre koronararterie (CX-stenose). 135 pasienter hadde tokarssykdom og 94 trekarssykdom.

Arbeids-EKG ble utført 2–3 uker før angiografien. Vi benyttet Marquetts Stress System Max 1 med SL12-EKG analyseprogram (10). Belastningen ble utført på en ergo-metersykel og startet på 50 W for menn og 30 W for kvinner, og deretter økt med 10 W per minutt. EKG og hjertefrekvens ble registrert før påbegynt belastning, for hvert minutt under og fem ganger etter belastningen. Arbeids-EKG ble avsluttet ved utmattelse, sterke brystmerter, manglende blodtrykkstigning eller ved ST-segmentendringer på 3 mm.

Alle belastninger ble overvåket av samme lege (OJ) og alle observasjoner (smerter, blodtrykk og dyspné) nedtegnet i eget registreringsskjema. ST-segmentendringer ble målt ved å lokalisere et isoelektrisk PQ-punkt 10 msek før start av QRS-komplekset og målt 80 msek etter J-punktet (QRS-kompleksets avslutning). Resultatene ble angitt i millimeter (1 mm = 0,1 mV). Vi har definert ST-senkninger på 1 mm eller mer som opptrer i tilslutning til en belastning, som et positivt funn dersom ST-segmentet er isoelektrisk eller hevet i hvile. Dersom EKG i hvile viste ST-segment senkning, ble kun en ytterligere senkning på 1,0 mm eller mer regnet



Hovedbudskap

- Ved arbeids-EKG ses mer enn 90 % av ST-senkningene i avledningene V4–6
- Arbeid-EKG gir ingen indikasjon på lokalisasjon eller utbredelse av koronararteriestenoser

som et positivt funn. ST-senkninger ble angitt for avledningene V1, V4–6 og II/aVF. Samlet ble arbeids-EKG bedømt positivt ved oppreden av typiske brystmerter og/eller ST-enderinger på 1 mm eller mer uansett avledning.

Vårt materiale er analysert først og fremst med henblikk på lokalisasjonen av ST-senkningene. Statistiske sammenlikninger mellom forekomst av ST-senkninger ved ulike lokalisasjoner av koronararteriestenoser ble foretatt med khikvadrattest.

Resultater

Arbeids-EKG var positivt hos 306 pasienter (84%). ST-senkning ble funnet hos 175 (48%) pasienter. Av disse hadde 162 (92%) forandringene i avledningene V4–6 og 52 (30%) også i II/aVF og 12 (8%) bare i disse avledninger. Fem av disse pasientene hadde tidligere gjennomgått hjerteinfarkt, hvorav tre hadde QS-mønster i hvile-EKG. En pasient med trekarssykdom og QS-mønster i V4–6 etter gjennomgått hjerteinfarkt fikk ST-senkning kun i avledning V1.

Tre pasienter fikk ST-hevning. En hadde normalt hvile-EKG og fikk 3–4 mm ST-hevning i avledningene V4–5. Pasienten hadde en 90% stenose på LAD etter avgang av første diagonalgren. To pasienter med QS-konfigurasjon i avledningene V1–4 i hvile-EKG fikk 1–1,5 mm ST-hevning i V4. ST-hevningene forsvant i løpet av få minutter etter belastningen hos alle tre, og ingen utviklet hjerteinfarkt.

41 av pasientene (30%) med enkarssykdom hadde mer enn 90% stenose, av disse hadde 37 (90%) et positivt arbeids-EKG og 24 (59%) ST-senkninger. En hadde ST-hevning. For øvrig atskilte ikke disse pasientene seg fra de øvrige med enkarssykdom og mindre uttalte stenoser.

Tabell 1 viser lokalisasjoner av ST-senkninger ved de forskjellige typer enkarssykdom, og av tabell 2 ses dette for pasienter med to- og trekarssykdom. Forskjellene er små og ingen er statistisk signifikante, dvs. med p-verdi under 0,05. Der var heller ingen signifikante forskjeller mellom 195 pasienter som hadde hatt hjerteinfarkt, og 170 pasienter som ikke hadde hatt hjerteinfarkt.

Av tabell 1 og 2 ses også at hyppigheten av ST-senkninger er tilnærmet den samme ved forskjellige lokalisasjoner og utbredelse av koronararteriestenose når LAD er stenosert. Uten LAD-stenose er hyppigheten av ST-senkninger lavere. Blant 101 pasienter uten LAD-stenose hadde 39% ST-senkninger, mot 51% blant 264 pasienter med LAD-stenose. Denne forskjellen er statistisk signifikant ($p = 0,03$).

QS-mønster i avledningene V1–3 eller V1–4 etter gjennomgått hjerteinfarkt ble funnet hos 39 pasienter. Av disse fikk 14 (36%) ST-senkninger, to bare i avledningene II/aVF, mens to pasienter fikk ST-hevning i V4 som beskrevet før.

Tabell 1 Lokalisasjon av ST-senkninger i arbeids-EKG ved forskjellige lokalisasjoner av koronararteriestenoser ved enkarssykdom

Stenosert koronararterie (antall)	ST-senkning bare i V4–6	ST-senkning i II/aVF+V4–6	ST-senkning bare i II/aVF	Sum pasienter med ST-senkning Antall (%)
Venstre, fremre (71)	21	11	3	35 (49)
Høyre (38)	6	8	2	16 (42)
Venstre, circumfleks (27)	9	3	0	12 (44)
Sum enkarssykdom (136)	36	22	5	63 (46)

Tabell 2 Lokalisasjon av ST-senkninger i arbeids-EKG ved forskjellige lokalisasjoner av koronararteriestenoser ved tokarssykdom og ved trekarssykdom. En pasient med trekarssykdom og QS-mønster i V4–6 etter gjennomgått hjerteinfarkt fikk ST-senkning kun i avledning V1

Stenoserte koronararterier (antall)	ST-senkning bare i V4–6	ST-senkning i II/aVF+V4–6	ST-senkning bare i II/aVF	Sum pasienter med ST-senkning Antall (%)
Venstre fremre og høyre (45)	15	5	2	22 (49)
Venstre fremre og circumfleks (54)	19	10	2	31 (57)
Venstre circumfleks og høyre (36)	7	4	0	11 (31)
Sum tokarssykdom (135)	41	19	4	64 (47)
Sum trekarssykdom (94)	33	11	3	48 (51)

Diskusjon

Arbeids-EKG ble foretatt som ledd i en klinisk vurdering av pasientene før CART-studien. Med det EKG-analysesystem som ble benyttet, hadde vi en nøyaktig og objektiv metode for å registrere ST-enderinger (1, 10, 11). Vi har valgt vanlige standarder for bedømmelse av ST-senkninger (1) og har inkludert pasienter med ST-senkninger i hvile-EKG, men har justert for dette (1). Plasseringen av de prekordiale elektrodene ble gjort etter vanlige retningslinjer, men ikke systematisk kontrollert. Vi har derfor ikke sett på forskjeller mellom avledningene V4, 5 og 6, men angitt avledningen med de mest uttalte ST-senkningene. Dette gjelder også for forandringer i avledningene II/aVF.

I likhet med andre (1) fant vi at de fleste hadde ST-senkninger i de laterale prekordialavledningene. Våre funn støtter ikke antakelsen om at ST-senkninger i flere avledninger taler for mer utbredt koronararteriesykdom.

ST-senkning bare i avledningene II/aVF så vi kun hos noen få. I denne gruppen fantes både pasienter med LAD-stenoser og RCA-stenoser, og de fleste hadde et normalt hvile-EKG. Q-takker i hvile-EKG kan derfor ikke være eneste årsak til isolerte ST-senkninger i avledningene II/aVF.

Det krevdes en mer enn 60% stenose for å bli inkludert i studien. Noen med relativt moderate stenoser ble derfor inkludert, og dette var nok medvirkende til at bare 48% av pasientene fikk ST-senkning. For dem med enkarssykdom og mer enn 90% stenoser var sensitiviteten noe høyere (59%), men for øvrig var resultatene de samme. Pasienter uten LAD-stenoser hadde en lavere sensitivitet, dette har også andre funnet (7). Et arbeids-EKG må oppfattes som positivt også

når pasienten får typiske brystmerter, selv om ST-senkninger mangler. I vårt materiale fant vi at 16% verken hadde typiske brystmerter eller ST-senkninger, men disse pasientene ble ikke undersøkt med andre metoder for å påvise om de hadde myokardiskemi. Flere av dem hadde imidlertid uttalt koronar hjertesykdom. Ved klinisk sterk mistanke om koronarsykdom bør man derfor alltid gå videre med annen utredning selv om arbeids-EKG er normalt.

Vi fant ST-senkning i V1 kun hos en enkelt pasient som hadde flerkarssykdom og et patologisk hvile-EKG etter gjennomgått hjerteinfarkt. Teoretisk kan dette skyldes lokalisert transmural iskemi i bakre vegg. ST-hevning hos pasienter med normalt hvile-EKG ses sjelden ved arbeids-EKG og er angitt å skyldes spasme i en koronararterie eller ustabil koronar hjertesykdom (4). Vår ene pasient hadde en 90% relativt sentral stenose, men mange andre hadde liknende angiografiske funn uten å få ST-hevning. ST-hevning i en avledning hvor pasienter har et QS-mønster i hvile-EKG, er et mindre spesifikt funn som kan skyldes hemodynamiske forhold etter hjerteinfarkt, men også myokardiskemi (7).

Nytten av arbeids-EKG når hvile-EKG viser QS-mønster i avledningene V1–4, har vi ikke sett omtalt. Våre resultater viser en noe lavere hyppighet av ST-senkninger enn det man finner blant øvrige pasienter med gjennomgått hjerteinfarkt, mens ST-hevning bare ble sett hos to pasienter.

Ved en akutt koronararterieokklusjon oppstår transmural lokalisert iskemi som forårsaker en ST-hevning. Lokalisasjonen av ST-hevningene i EKG gir i denne situasjonen informasjon om hvor i myokard iskemien er lokalisert (4, 7). En tilsvarende infor-

masjon får man ikke når det gjelder ST-senkningene i et arbeids-EKG (7, 8).

Det er antatt at hjertets lokalisasjon i thorax er en viktig årsak til at man i arbeids-EKG oftest ser forandringene i avledning V5 (4).

Våre resultater kan ikke automatisk, men mest sannsynlig overføres til andre testprotokoller. Vår anvendte protokoll er standard ved en rekke norske sykehus.

Vi konkluderer med at ST-senkninger i arbeids-EKG ikke gir informasjon om lokalisasjon eller utbredelse av koronare stenoser. Dette gjelder hos pasienter med og uten tidligere hjerteinfarkt. Hos pasienter med QS-mønster i avledningene V1–4 vil ST-senkninger forekomme langt hyppigere enn ST-hevninger.

De koronarangiografiske undersøkelser er utført ved Hjertekardiologisk avdeling, Ullevål universitetssykehus.

Litteratur

1. ACC/AHA 2002 Guideline Update for Exercise Testing. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Exercise Testing). *J Am Coll Cardiol* 2002; 40: 1531–40.
2. Cres PM, Lui J, Kada A et al. Usefulness of exercise-induced ST-segment depression in the inferior leads during exercise testing as a marker for coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1992; 69: 303–7.
3. Erikssen G, Bodegard J, Erikssen J. Arbeids-EKG. *Tidsskr Nor Lægeforen* 2004; 124: 239–41.
4. Fletcher GF. The exercise test. I: Alexander RW, Schlant RC, Fuster V, red. *Hursts The Heart*. 10 utg. New York: McGraw-Hill, 2001: 461–78.
5. Sigurd B, Sandøe E. *Klinisk elektrokardiologi*. Bingen: Publishing Partners Verlags, 1991.
6. Naip T. *Elektrokardiologi*. I: Willerson JT, Cohn JN, red. *Cardiovascular medicine*. 2. utg. New York: Churchill Livingstone, 2000: 153–76.
7. Chaitman BR. Exercise stress testing. I: Braunwald E, Zipes DP, Libby P, red. *Heart disease*. 11. utg. London: Saunders, 2001: 129–56.
8. Surawic B. ST-abnormalities. I: Macfarlane PW, Lawrie V, red. *Comprehensive electrocardiology*. New York: Pergamon, 1989: 512–63.
9. Johansen O, Brekke M, Seljeflot I et al. n-3 fatty acid do not prevent restenosis after coronary angioplasty: results from the CART study. *J Am Coll Cardiol* 1999; 33: 1–9.
10. *Physicians Guide to Marquette Stress System*. Milwaukee, WI: Marquette Electronics, 1990.
11. Atwood JE, Do D, Froelicher V et al. Can computerization of the exercise test replace the cardiologist? *Am Heart J* 1998; 136: 543–52.