

# Stressekkokardiografi

## Sammendrag

**Bakgrunn.** Ved stressekkokardiografi påvises myokardial iskemi ved analyse av regional veggbevegelse under belastning. Testen kan utføres både som en arbeidstest, som er mest sensitivt, og med farmakologisk belastning, som er mest spesifikt.

**Materiale og metoder.** Artikkelen gir en gjennomgang av metoden, diagnostikk og prognostisk verdi samt indikasjoner og kontraindikasjoner, basert på litteratursøk.

**Resultater og fortolkning.** Avhengig av grad og utbredelse av koronarsykdom er sensitiviteten ved stressekkokardiografi 80–90 %, spesifisiteten 75–100 %. Dette gir en god prognostisk verdi av negativ test; ca. 1 % kardiale hendelser per år i inntil fem år, og en lav preoperativ kardial risiko ved større kirurgiske inngrep. Høy sensitivitet og reproduserbarhet forutsetter optimal teknisk utstyrs kvalitet og spesialkompetanse i stressekkokardiografi hos undersøker. Under andre forutsetninger er presisjonen ikke bedre enn ved arbeids-EKG. Komplikasjonsfrekvensen er lav, komplikasjoner og kontraindikasjoner er relatert til type belastning.

Metoden er nyttig i iskemidiagnostikk når pasienten ikke kan sykle eller gå på tredemølle, som preoperativ risikovurdering og ved mistanke om falskt negativt arbeids-EKG. Den er ikke egnet i de tilfeller der koronarsykdom ønskes absolutt utelukket. Metoden brukes også som supplement til koronar angiografi for vurdering av stenoser, for å identifisere den mest betydningsfulle stenosen og for viabilitetsvurdering, samt i vurderingen av aortastenoser med samtidig venstre ventrikkeldysfunksjon.

Engelsk sammendrag finnes i artikkelen på [www.tidsskriftet.no](http://www.tidsskriftet.no)

Oppgitte interessekonflikter: Ingen

> Se også side 308

### Asbjørn Støylen

[asbjorn.stoylen@medisin.ntnu.no](mailto:asbjorn.stoylen@medisin.ntnu.no)  
 Institutt for sirkulasjon og billediagnostikk  
 Det medisinske fakultet  
 Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
 7489 Trondheim

### Knut Bjørnstad

Hjertemedisinsk avdeling  
 St. Olavs Hospital

Stressekkokardiografi er en ikke-invasiv test for koronar iskemi. Ved ekkokardiografi under belastning påvises eventuell regional myokardial dysfunksjon som tegn på iskemi. Regional dysfunksjon er regnet for et tidligere fenomen enn EKG-forandringer og smerter i den iskemiske kaskaden, slik at testen blir mer sensitiv enn arbeids-EKG. I tillegg kan testen gjøres med farmakologisk belastning, slik at den er tilgjengelig også for pasienter som ikke kan sykle. Den gir informasjon om både terskel, lokalisering og utbredelse av iskemi, og tillegg om kontrakttil reserve. Sammenliknet med koronar angiografi er stressekkokardiografi derfor en evaluering av koronar funksjon heller enn av koronar anatomi. Metoden er pasientvennlig, rimelig, strålingsfri, og har en gunstig logistikk, idet den gir resultatene umiddelbart. Komplikasjoner er relatert til belastningsmetode og til iskemi, men forekomsten av alvorlige komplikasjoner er lav. Metoden er sammenliknbar med myokardperfusjons-scintigrافي (MP-SPECT).

### Arbeidsbelastning

Ved belastning på tredemølle kan ekkoregistreringer bare gjøres før og etter test, under sykling også under testen på hvert belastningstrinn. Ekkokardiografi under sittende sykling er teknisk vanskelig å utføre, men regnes å ha høyere sensitivitet og der ved bedre negativ prediktiv verdi, men lavere spesifisitet enn farmakologisk belastning (1). I tillegg gir arbeidstesten ekstra informasjon om fysisk kapasitet. Spesialbenker med innebygd ergometersykel muliggjør undersøkelse i stabilt leie. Dette kan antakelig gi teknisk bedre registreringer, men testingen blir mindre fysiologisk. Komplikasjonsraten er som ved arbeids-EKG.

### Farmakologisk belastning

Den store fordelene med farmakologisk stress er at pasienten undersøkes liggende i stabilt leie slik at bilde kvaliteten blir opti-

mal. Metoden gjør også testen tilgjengelig for pasienter som ikke kan sykle.

Dobutamin er det vanligst brukte midlet og gis som kontinuerlig infusjon i gradvis økende doser. I lav dose (5–15 µg/kg/min) gir dobutamin moderat vasodilatasjon og kontrakttiltetsøkning som viser viabilitet av akinetiske segmenter og kontrakttil reserve ved redusert venstre ventrikkelfunksjon. Det er lite iskemi ved denne dosen. I høy dose (opptil 40 µg/kg/min) gir dobutamin økt hjertefrekvens, men uten samtidig økt venøs tilbakestrøm gir dette redusert end-diastolisk volum og slagvolum. For å kunne avslutte testen og erklære resultatet som negativt, bør ca. 85 % av aldersforventet pulsmaksimum være oppnådd, som ved arbeids-EKG. Betablokker bør derfor være seponert på forhånd. Oppnås ikke adekvat puls på 40 µg/kg/min, gis tillegg av intravenøst atropin i gjentatte doser opptil 1 mg til sammen. Dobutamin gir mindre blodtrykkstigning enn arbeidsbelastning, men hypertenikere kan ha en brattere blodtrykksrespons enn andre. Testen avbrytes dersom blodtrykket stiger over 240/120 mm Hg, eventuelt lavere ved kjent aortaaneurisme. For øvrig avbrytes testen ved synlig iskemi, uttalte ST-senkninger i EKG, oppnådd forventet puls, arytmier eller uttalte subjektive symptomer, og ved full dose dobutamin pluss atropin.

Dødeligheten ved en slik kombinert dobutamin-atropin-protokoll er lav (< 1 %) og alvorlige komplikasjoner sjeldne (2,5 %) (2). Ved dobutaminbelastning ses i noen tilfeller en betydelig økning i intraventrikulær hastighet som følge av at ventrikkelen blir



## Hovedbudskap

- Stressekkokardiografi er en ikke-invasiv test for koronar iskemi og kan anvendes med både arbeidsbelastning og farmakologisk belastning. Metoden er sensitiv, og komplikasjonsraten er lav
- Undersøkelsen brukes både til primær diagnostikk og som et supplement til koronar angiografi i vurderingen av stenoser, og dobutaminbelastning gir tilleggsinformasjon om kontrakttil reserve og viabilitet
- Evalueringen av regional myokardfunksjon krever ekstra kompetanse utover vanlig ekkokardiografi

mindre. Dette er mest uttalt hos kvinner, sannsynligvis fordi de har mindre ventrikkell i utgangspunktet. Et slikt funn har vært tolket som en intraventrikulær obstruksjon og koblet til anginoid besvær ved normale koronararter. I de fleste tilfeller er dette imidlertid et uspesifikt funn på grunn av dobutamin, og uten samtidig trykkfall er det ikke uttrykk for obstruksjon. Hvis pasientens vanlige symptomer ikke samtidig provoseres frem, må man være forsiktig med å tolke det som forklaring på symptomene. Noen pasienter med dette funnet kan likevel ha symptomatisk utbytte av betablokker.

Vasodilasjon inducerer økt blodgjennomstrømming i normale kar og iskemi ved «stjeling» fra stenoserete kar. Her brukes adenosin 140 µg/kg/min (som for MP-SPECT) eller dipyridamol 0,85 mg/kg (50 % høyere dose enn ved MP-SPECT). Vasodilaterende belastning anses å ha lavere sensitivitet for iskemi ved stressekkokardiografi enn dobutamin (1), men kan også kombineres med atropin. Den gir ikke informasjon om iskemisk reserve i form av en gitt hjerterefrekvens eller dobbeltprodukt, og heller ikke like godt om kontraktile reserve. Vasodilasjon er særlig et alternativ når enhver form for blodtrykkstigning bør unngås, slik som ved hypertensjon og aortaaneurismer. Metoden har omtrent samme komplikasjonsrate som ved bruk av dobutamin, 1–2 % alvorlige komplikasjoner.

### Ekkoregistreringer

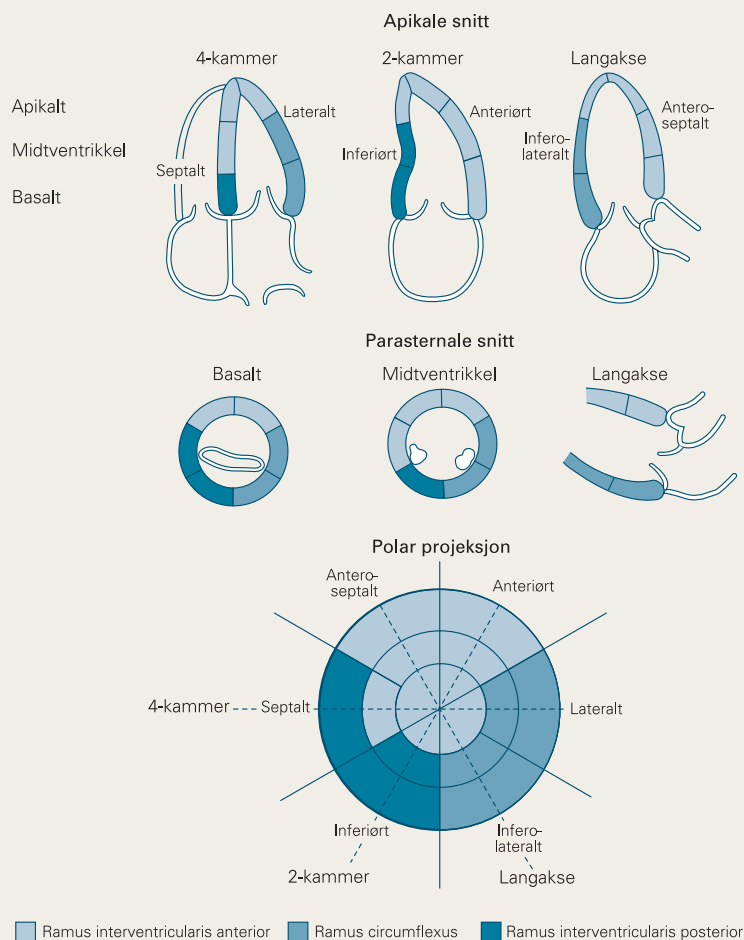
Analysen baserer seg på en segmental evaluering av veggfortykning eller endokardekskurisjon i en 16-segmenters modell av venstre ventrikkell (fig 1). Regional funksjon graderes semikvantitativt: normal funksjon, hypokinesi, akinesi og dyskinesi. Tegn til iskemi er nyoppstått eller forverret regional dysfunksjon, og denne vurderingen er subjektiv, skjønnsmessig og sterkt erfaringsavhengig (3, 4).

Bildekvaliteten er også viktig, det er en selvfølge at man bruker 2. harmonisk registrering, digital lagring og helst lagrer flere konsekutive sykler, for å sikre at minst én av dem blir leselig. Det er også viktig å evaluere flere vinduer og inkludere flere plan i de optimale vinduene for å sikre seg mest mulig informasjon. Evalueringen lettes også ved å spille av opptakene fra samme plan ved siden av hverandre, synkronisert for å korrigere for ulik hjerterefrekvens. Under maksimal belastning blir pasientene takykarde, får subjektivt ubehag og ofte takypné, slik at bildekvaliteten reduseres selv ved gode hvilerregistreringer.

### Sensitivitet, spesifisitet, reproduserbarhet og prognostisk informasjon

Det er viktig å være klar over at sensitiviteten av undersøkelsen er oppgitt med koronar angiografi som gullstandard. Denne sammenlikningen har begrenset gyldighet, idet angiografi viser koronar anatomi, stressek-

Figur 1



Segmental inndeling av venstre ventrikkell. De tre apikale standardsnittene firekammer, tokammer og langakse, definerer hvert sitt snittplan gjennom ventrikkelen. Sammen med de tre nivåene basalt, midtventrikkell og apikalt, gir dette en entydig betegnelse på hvert segment. Legg merke til at det er bare fire apikale segmenter, mot seks i de to andre. Langaksesnippet kan aksesseres både fra apikal og parasternal posisjon. De seks basale og midtre segmentene kan ses både i apikale og parasternale plan. Ettersom innsynet fra de to vinduene kan variere, bør man for undersøkelsen velge de snittene som gir best bildekvalitet. I tillegg er det en fordel med noe overlapping, slik at i det minste noen segmenter fra hvert kargebet er synlige i både lengde- og tverrsnitt. På figuren er det vist omtrentlig fordeling av forsyningsområdene til ramus interventricularis anterior og ramus circumflexus fra venstre koronararterie, og ramus interventricularis posterior fra høyre koronararterie. For en oversiktlig beskrivelse kan alle segmentene vises samtidig i en polarprojeksjon som vist nederst, der apeks ligger i sentrum, basis i periferien, og der snittplan og karforsyningsområder er vist

kokardiografisk koronar fysiologi. Forholdet til koronar angiografi er likevel viktig når man sammenlikner stressekkokardiografi med andre ikke-invasive tester.

I flere studier ligger sensitiviteten for angiografisk koronarsykdom på 80–90 % og spesifisiteten på 75–100 % (1, 4–7), som er sammenliknbar med MP-SPECT (6–8) og betydelig bedre enn arbeids-EKG. Sensitiviteten er dessuten avhengig av utbredelse av koronarsykdom: fra > 90 % ved trekarssykdom til 70–75 % ved enkarssykdom (4, 5) og lokalisering av koronarsykdom. Ved enkarssykdom er sensitiviteten ca. 80 % ved affeksjon av ramus interventricularis anterior, 75 % ved høyre koronaraffeksjon og

65 % ved circumflexaffeksjon (7). Sammenlikning av forskjellige studier er vanskelig, fordi pasientfordelingen varierer.

Teknisk kvalitet på utstyret påvirker både reproduserbarhet og sensitivitet. Spesielt 2. harmonisk avbildning har ført til bedre reproduserbarhet (9, 10), men ikke bedre sensitivitet. I studier med 2. harmonisk avbildning er imidlertid sensitiviteten ved fundamental avbildning gått ned, noe som tyder på at flere pasienter nå kan undersøkes med akseptabel bildekvalitet.

Erfaring hos ekkokardiograføren er også viktig: Erfarne stressekkokardiografører oppnår en sensitivitet på 85–90 %, erfarne ekkokardiografører uten stressekotring

**! Ramme 1****Indikasjoner for stressekkokardiografi**

- Når pasientene ikke kan belastes på sykkel eller tredemølle
- Når man ønsker høyere sensitivitet og negativ prediktiv verdi enn ved arbeids-EKG: Ved fortsatt høy mistanke om koronarsykdom til tross for negativt arbeids-EKG og ved prognostisk risikovurdering før større ikke-kardial kirurgi, spesielt karkirurgi
- Som supplement til koronar angiografi ved tvil om signifikans av påvist stenose, og ved flerkarssykdom der man ønsker å påvise den mest betydningsfulle lesjon før perkutan intervensjon
- For påvisning av viabilitet i akinetisk område som forsynes av stenosert eller okkludert arterie, samt potensial for bedring av venstre ventrikkelfunksjon ved revaskularisering
- Ved usikkerhet om signifikans av aortastenose ved samtidig dårlig venstre ventrikkelfunksjon

65–70 %, altså ikke vesentlig bedre enn ved arbeids-EKG (3, 4).

Den høye sensitiviteten, spesielt for sykdom relatert til ramus interventricularis anterior og flerkarssykdom, tilsier en god negativ prediktiv verdi. En negativ undersøkelse predikerer en årlig kardial hendelsesrisiko på ca. 1 % i inntil fem år og omtrent lik risiko for begge kjønn (11, 12). Ved diabetes er den negative prediktive verdien noe dårligere (13). Som preoperativ undersøkelse før større ikke-kardial kirurgi er den negative prediktive verdien 95–100 % for peroperative koronare hendelser (14, 15). Dette er spesielt nyttig ved karkirurgi der sannsynligheten for koronarsykdom er høy.

**Krav til laboratorium og gjennomføring**

For adekvat pasientsikkerhet må pasienten overvåkes nøye under undersøkelsen. Kontinuerlig ikke-invasiv blodtrykkmåling og 12-kanals-EKG foretas hvert minutt, i tillegg til at myokardfunksjonen overvåkes kontinuerlig ved ekkokardiografi. Det er ikke lett for legen å holde øynene på tre steder samtidig, og det kreves derfor assistanse av erfaren sykepleier, som både kjenner prosedyren og som kan følge med på blodtrykk og EKG – både rytme- og iskemiforandringer. Det stilles vanlige krav til akuttmedisinsk beredskap, inklusive basal og avansert hjerte-lunge-redning, og pasienten skal være fastende i minst to timer i forveien.

Kompetanse i utførelse og tolking av

stressekkokardiografi tilegnes gjennom strukturert opplæring eller dokumentert erfaring. American Society of Echocardiography har satt opp relativt strenge krav til volum for både opplæring og vedlikehold av kompetanse, i tillegg til instruktører og opplæringslaboratorium (16). Selv om man skal være forsiktig med å overføre dette direkte til norske forhold, er likevel strukturert opplæring og et visst volum nødvendig. En rimelig struktur i Norge kunne være at det i hver region etableres ett eller flere sentre der man sørger for å opprettholde et tilstrekkelig volum av undersøkelser. Slike sentre kunne gi opplæring og vedlikeholdshospitering til interesserte kardiologer ved samarbeidende sykehus. Med moderne digital lagringsteknikk kan undersøkelser gjenbrukes både til trening i tolking og til testing av opplæringskandidater. I så fall stilles større krav til struktur på og dokumentasjon av undervisningsprogrammet.

Selve undersøkelsen regner vi med tar omtrent dobbelt så lang tid som en vanlig ekkokardiografiundersøkelse. Ved poliklinisk undersøkelse er taksten den samme som for vanlig ekkokardiografi selv om den krever både spesialkompetanse og et betydelig høyere tids- og personellbruk.

**Indikasjoner**

Indikasjonene for stressekkokardiografi er oppsummert i en egen tekstamme (ramme 1). I iskemiagnostikken er undersøkelsen sammenliknbar med myokardperfusjons-scintigrافي, indikasjonene stort sett de samme og den metoden man har erfaring med er å foretrekke. Sensitiviteten for enkarssykdom er sannsynligvis litt høyere med MP-SPECT (8), og ved venstre grenblokk eller pacemakerrytme er MP-SPECT med vasodilatasjon lettere tolkbart. Likeledes er det større muligheter til å påvise iskemi i flere karområder. Stressekkokardiografi er på den annen side bedre egnet til å vise hvilken koronarstenose som gir iskemi på laveste belastning, til å vise iskemisk terskel (hjerterefrekvens) og til å påvise viabilitet og kontraktil reserve. Sentre som driver invasiv diagnostikk, bør derfor sannsynligvis ha etablert begge metoder som supplement til koronar angiografi.

Iskemiagnostikk er hovedindikasjonen der man ønsker et alternativ til arbeids-EKG. Det har vært en metodologisk innvending at metoden er validert mot signifikante koronarstenoser og mot normale, mens den senere brukes til å evaluere intermediære forandringer.

Nyere studier ser ut til å vise at det likevel er holdbart (17, 18). Endelig må det sies at metoden er lite egnet der det er lav pretest-sannsynlighet for koronarsykdom og negativt arbeids-EKG, men der man ønsker en sikrere konklusjon. Dette er både fordi stressekkokardiografi alltid vil ha begrenset tilgjengelighet, og fordi den negative prediktive verdien aldri blir 100 %.

Påvisning av viabelt myokard i forsyningsområdet for en stenosert eller okkludert arterie er av vesentlig betydning for et godt resultat av revaskularisering (19). Hvillekkokardiografi alene (akinesi og redusert veggtykkelse < 6 mm) skiller viabelt fra ikke-viabelt myokard like bra som MP-SPECT.

Med tillegg av lavdose dobutamin vil metoden være på linje med positronemisjonstomografi (20). Ved iskemisk redusert venstre ventrikkelfunksjon er økning i ejeksjonsfraksjon ved lavdose dobutamin den beste enkeltprediktor for bedring av funksjonen etter revaskularisering.

Ved aortastenose er middelgradient og stenoseareal de viktigste indekser på hemodynamisk betydning av stenosen. Hvis det samtidig foreligger en redusert venstre ventrikkelfunksjon med nedsatt slagvolum, vil ofte både gradient og areal være funksjonelt nedsatt, og en hvileundersøkelse vil ikke kunne avgjøre signifikansen av stenosen. I disse tilfellene vil lavdose dobutaminstimulering mobilisere kontraktil reserve, slik at slagvolum og ejeksjonsfunksjon øker. Dette gir opplysning om kontraktil reserve, som har betydning for prognosen etter operasjon og signifikans av aortastenosen: Ved en funksjonell stenose øker arealet, ved en fiksert stenose øker gradienten. Full dose dobutamin vil ikke gi ytterligere opplysninger om aortastenosen, selv om gradienten kan øke noe mer som følge av forkortet ejeksjonstid, men derimot om samtidig koronarsykdom, noe som kan avgjøre ev. indikasjon for invasiv utredning.

**Kontraindikasjoner**

Kontraindikasjoner er omtalt i egen tekstamme (ramme 2).

**Mulige tekniske forbedringer av metoden**

Den subjektive og ekspertiseavhengige vurderingen er den største begrensningen i anvendbarheten av stressekkokardiografi. Ultralydteknologien er imidlertid inne i en

**! Ramme 2****Kontraindikasjoner mot stressekkokardiografi**

- Generelt. Ustabil angina og dekompenisert hjertesvikt
- Dobutamin. Manifest hypertoni med blodtrykk > 240/120 mm Hg før start av testen (lavere blodtrykksgrense settes ved samtidig aortaaneurisme), hypertrofisk obstruktiv kardiomyopati og kjent disposisjon for alvorlig arytmi, spesielt ventrikulær
- Adenosin/dipyridamol. Kronisk obstruktiv lungesykdom og AV-blokk. Forsiktighet ved (langsomt) atrieflimmer

betydelig teknisk utvikling, 2. harmonisk avbildning har allerede gitt bedre bildekvalitet, og samtidig kontrastinjeksjon har ytterligere potensial for bedret visualisering av veggbevegelse.

Automatisk kantdeteksjon og ikke minst metoder med målinger av regional hastighet, bevegelse og deformasjon basert på vevsdoppler er alle lovende metoder og kan muligens føre til mer objektive målinger av regional myokardfunksjon under belastning. Felles for alle er at de foreløpig er under utprøving, og sikre tall for sensitivitet og spesifisitet i større materialer mangler, selv om de første rapportene angir nøyaktighet på ekspertnivå (4).

Foreløpig mangler også tall for anvendeligheten, dvs. hos hvor stor andel av pasientene man får meningsfulle resultater, og analysene er foreløpig for tidkrevende for klinisk anvendelse.

#### Litteratur

- Dagianti A, Penco M, Agati L, Sciomer S, Dagianti A, Rosanio S et al. Stress echocardiography: comparison of exercise, dipyridamole and dobutamine in detecting and predicting the extent of coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 1995; 26: 18–25.
- Mathias W, Arruda A, Santos FC, Arruda AL, Mattos E, Osório A et al. Safety of dobutamine-atropine stress echocardiography: a prospective experience of 4033 consecutive studies. *J Am Soc Echocardiogr* 1999; 12: 785–91.
- Picano E, Lattanzi F, Orlandini A, Marini C, L'Abbate A. Stress echocardiography and the human factor: the importance of being expert. *J Am Coll Cardiol* 1991; 17: 66–9.
- Fathi R, Cain P, Nakatani S, Yu HCM, Marwick TH. Effect of tissue Doppler on the accuracy of novice and expert interpreters of dobutamine echocardiography. *Am J Cardiol* 2001; 88: 400–5.
- Cheitlin MD, Alpert JS, Armstrong WF, Aurigemma GP, Beller GA, Bierman FZ et al. ACC/AHA Guidelines for the Clinical Application of Echocardiography. *Circulation* 1997; 95: 1686–1744.
- Bjornstad K, Aakhus S, Hatle L. Digital high frame rate stress echocardiography for detection of coronary artery stenosis by high dose dipyridamole stress testing. *Int J Card Imaging* 1995; 11: 163–70.
- Ho FM, Huang PJ, Liau CS, Lee FK, Chieng PU, Su CT et al. Dobutamine stress echocardiography compared with dipyridamole thallium-201 single-photon emission computed tomography in detecting coronary artery disease. *Eur Heart J* 1995; 16: 570–5.
- Geleijnse ML, Elhendy A. Can stress echocardiography compete with perfusion scintigraphy in the detection of coronary artery disease and cardiac risk assessment? *Eur J Echocardiography* 2000; 1: 12–21.
- Hoffmann R, Lethen H, Marwick T, Arnesen M, Fioretti P, Pingitore A et al. Analysis of interinstitutional observer agreement in interpretation of dobutamine stress echocardiograms. *J Am Coll Cardiol* 1996; 27: 330–6.
- Hoffmann R, Marwick TH, Poldermans D, Lethen H, Ciani R, van der Meer P et al. Refinements in stress echocardiographic techniques improve inter-institutional agreement in interpretation of dobutamine stress echocardiograms. *Eur Heart J* 2002; 23: 821–9.
- Marwick TH, Case C, Sawada S, Rimmerman C, Brenneman P, Kovacs R et al. Prediction of mortality using dobutamine echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 2001; 37: 754–60.
- Arruda-Olson AM, Juracan EM, Mahoney DW, McCully RB, Roger VL, Pellikka PA. Prognostic value of exercise echocardiography in 5,798 patients: is there a gender difference? *J Am Coll Cardiol* 2002; 39: 625–31.
- Kamalesh M, Matorin R, Sawada S. Prognostic value of a negative stress echocardiographic study in diabetic patients. *Am Heart J* 2002; 143: 163–8.
- Poldermans D, Arnesen M, Fioretti PM, Salustri A, Boersma E, Thomson IR et al. Improved cardiac risk stratification in major vascular surgery with dobutamine-atropine stress echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1995; 26: 648–53.
- Boersma E, Poldermans D, Bax JJ, Steyerberg EW, Thomson IR, Banga JD et al. Predictors of cardiac events after major vascular surgery. Role of clinical characteristics, dobutamine echocardiography, and b-blocker therapy. *JAMA* 2001; 285: 1865–73.
- Popp R, Agatston A, Armstrong W, Nanda N, Pearlman A, Rakowski H et al. Recommendations for training in performance and interpretation of stress echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 1998; 11: 95–6.
- Ciaroni S, Bloch A, Hoffmann JL, Bettoni M, Fournet D. Prognostic value of dobutamine echocardiography in patients with intermediate coronary lesions at angiography. *Echocardiography* 2002; 19: 549–53.
- Bigi R, Cortigiani L, Bax JJ, Colombo P, Desideri A, Sponzilli C et al. Stress echocardiography for risk stratification of patients with chest pain and normal or slightly narrowed coronary arteries. *J Am Soc Echocardiogr* 2002; 15: 1285–9.
- Pagley PR, Beller GA, Watson DD, Gimple LW, Ragosta M. Improved outcome after coronary bypass surgery in patients with ischemic cardiomyopathy and residual myocardial viability. *Circulation* 1997; 96: 793–800.
- Allman KC, Shaw LJ, Hachamovitch R, Udelson JE. Myocardial viability testing and impact of revascularization on prognosis in patients with coronary artery disease and left ventricular dysfunction: a meta-analysis. *J Am Coll Cardiol* 2002; 39: 1151–8.