

Tidig repolarisation på EKG

Definitioner, prevalens och prognostisk betydelse

PHILIP AAGAARD, ST-läkare, Department of Cardiovascular Medicine, Cleveland Clinic Foundation, USA

philip.aagaard@gmail.com

JULIA SYDOW, doktorand

MATS BÖRJESSON, professor, överläkare, Åstrandlaboratoriet, Gymnastik- och idrottshögskolan; båda hjärtkliniken, Karolinska universitetssjukhuset, Stockholm

LENNART BERGFELDT, professor, överläkare, Sahlgrenska akademien, Göteborgs universitet; verksamhetsområde kardiologi, Sahlgrenska universitetssjukhuset, Göteborg

FRIEDER BRAUNSCHWEIG, docent, överläkare, hjärtkliniken, Karolinska universitetssjukhuset, Stockholm

Tidig repolarisation beskrevs första gången 1936 och har under årtionden ansetts vara ett godartat bifynd på EKG [1, 2]. En publikation i New England Journal of Medicine 2008 visade dock att tidig repolarisation i inferolaterala avledningar var överrepresenterad hos patienter med idiopatiskt kammarflimmer [3]. Detta fynd följdes av en stor populationsstudie i vilken tidig repolarisation sågs vara associerad med ökad risk för både plötslig och kardiovaskulär död [4]. Sambandet har senare bekräftats i en metaanalys av uppföljande studier [5]. Parallellt har arbetet med att förbättra EKG-tolkning hos idrottare visat att tidig repolarisation är vanligt förekommande hos friska idrottare [6]. Med tanke på det växande intresset för tidig repolarisation från två håll inom kardiologin (arytmologi och idrottskardiologi) vill vi här sammanfatta aktuell information avseende dess definitioner, förekomst, mekanismer och prognostiska betydelse.

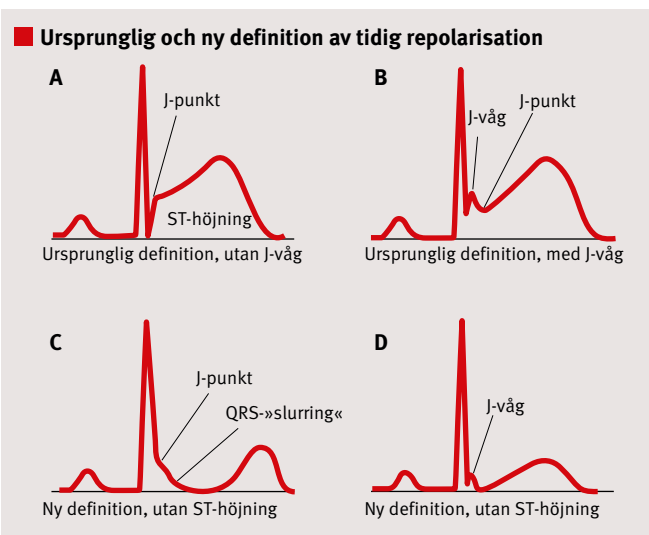
Tidig repolarisation – ursprunglig definition

För att bättre kunna sätta sig in i den växande litteraturen inom ämnet tidig repolarisation är det viktigt att först förstå bakgrunden till den begreppsförvirring som uppstått kring dess definitioner. Den ursprungliga definitionen baserades, något förenklat, på konkv ST-höjning i anterolaterala avledningar (Figur 1, A och B). Denna EKG-förändring har allmänt ansetts godartad och är vanligt förekommande hos unga individer och idrottare [2]. Historiskt har det i huvudsak utgjort en differentialdiagnos till ST-höjningsinfarkt och perimyokardit [7]. Det är också denna ursprungliga definition som används i automatiska EKG-tolkningsalgoritmer [8].

I en nyligen publicerad studie undersöktes förekomst och prognostisk betydelse av tidig repolarisation baserat på denna ursprungliga definition [9], Figur 2. Tidig repolarisation sågs hos 1,5 procent av befolkningen, vilket var i linje med prevalensen i tidigare studier. Efter att ha kontrollerat för andra kardiovaskulära riskfaktorer kunde ingen skillnad i mortalitet påvisas mellan individer med eller utan tidig repolarisation, oavsett kön eller etnicitet. Således bör EKG-förändringar som är i enlighet med den ursprungliga definitionen även fortsättningsvis kunna betraktas som godartade.

Tidig repolarisation – ny definition

J-vågor, eller Osborn-vågor, beskrevs redan på 1930-talet och anses förebåda maligna arytmier vid hypotermi [10, 11]. Den nya definitionen av tidig repolarisation är baserad på förekomst av J-vågor (förändringar i slutet av QRS-komplexet, »slurring«/»notching«) i inferolaterala avledningar (minst två angränsande avledningar), Figur 1 C och D. Det är viktigt



Figur 1. Exempel på den ursprungliga och nya definitionen av tidig repolarisation. A och B visar den ursprungliga definitionen baserad på ST-höjning, med eller utan J-vågor. Båda typerna anses godartade. C och D visar den nya definitionen, baserad på J-vågor (»slurring«/»notching«) följt av en horisontell eller nedåtsluttande ST-sträcka. Modifierad med tillstånd från Perez och medarbetare [34].

att avgränsa J-vågor, vilka enligt definition uppstår i övergången mellan slutet av QRS-komplexet och ST-sträckans början, från andra ospecifika förändringar inom QRS-komplexet. Vid smala QRS (<120 ms) betecknas sådana fynd av EKG-tolkare ibland som »intraventrikulära retledningshinder«. Dessa förändringar ses som atypiska hack i QRS och saknar patofysiologisk betydelse. Typiska och väldefinierade retledningsstörningar som höger-/vänstergrenblock eller vänster anteriort eller posteriort fascikelblock riskerar däremot sällan att förväxlas med tidig repolarisation.

Tidig repolarisation enligt denna nya definition förekommer hos 3–13 procent av befolkningen och kan indelas i subtyper med varierande prognostisk betydelse [5]. Högre J-vågsamplitud ($\geq 2\text{mV}$) och J-vågor följda av en horisontell eller

»Tidig repolarisation enligt denna nya definition förekommer hos 3–13 procent av befolkningen ...«

SAMMANFATTAT

Tidig repolarisation i form av ST-höjning i anterolaterala avledningar har länge ansetts vara ett godartat EKG-fynd.

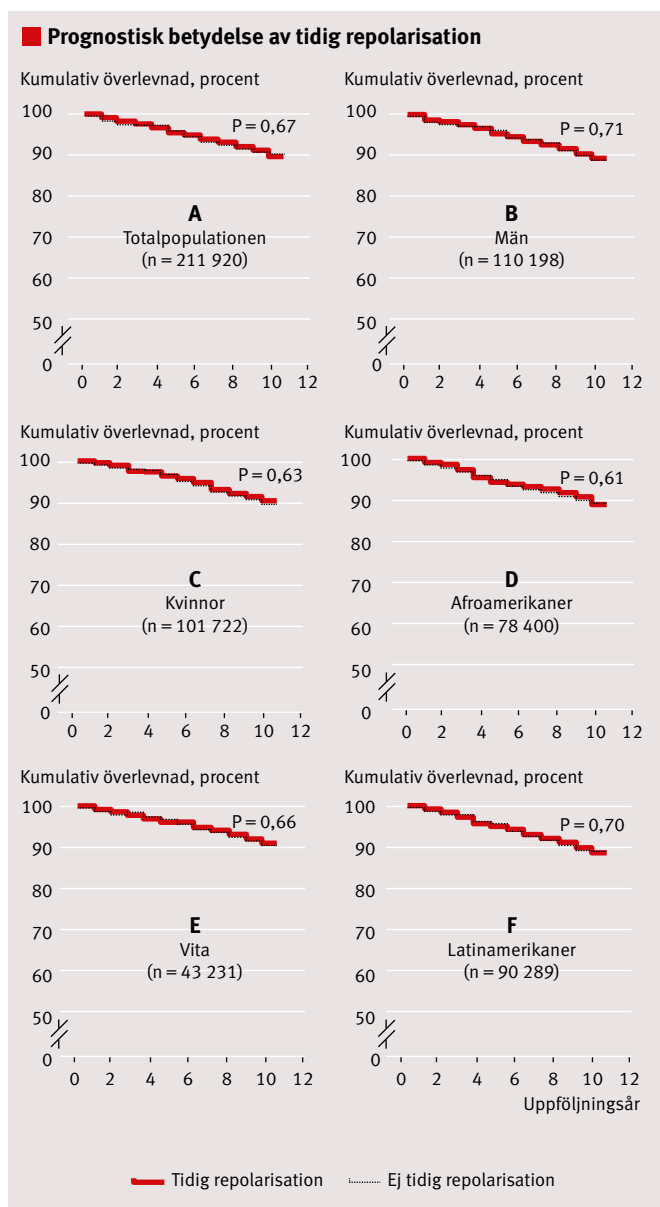
Nya studier har dock associerat tidig repolarisation, nu definierat som J-vågor i inferolaterala avledningar, med en ökad risk för plötslig hjärtdöd.

Båda typerna av tidig repolarisation är vanliga hos idrottare

och bör hos dem betraktas som godartade.

Hos asymtomatiska individer utan familjeanamnes på plötslig död saknar fynd av inferolaterala J-vågor tillräcklig specificitet för riskstratifiering i klinisk praxis.

Hos individer med tidigt repolarisationssyndrom bör dock ICD-implantering starkt övervägas för att förhindra plötslig hjärtdöd.



Figur 2. Prognostisk betydelse av tidig repolarisation enligt kön och etnicitet. Ingen skillnad sågs mellan individer med och utan den ursprungliga definitionen av tidig repolarisation baserad på ST-höjning (A), oavsett kön (B och C) eller etnicitet (D, E och F). Modifierad med tillstånd från Aagaard och medarbetare [9].

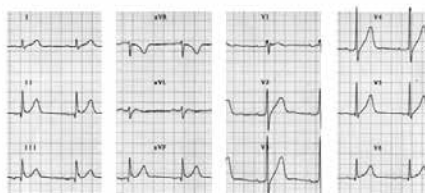
nedåtsluttande ST-sträcka är associerat med sämre prognos [12]. Det är viktigt att betona att denna typ av tidig repolarisation således är helt väsensskild från den ursprungliga definitionen baserad på ST-höjning.

Sambandet mellan den nya definitionen av tidig repolarisation och plötslig hjärtdöd beskrevs första gången i en fallkontrollstudie av patienter med idiopatiskt kammarflimmer [3]. I Figur 3 visas ett exempel på en patient med idiopatiskt kammarflimmer där J-vågsamplituden ökar precis innan arytmien utbryter. Idiopatiskt kammarflimmer är dock en mycket ovanlig diagnos som framför allt förekommer hos unga personer, och kan därför inte förklara skillnader i kardiovaskulär mortalitet på populationsnivå hos medelålders och äldre individer med tidig repolarisation (Figur 4) [4]. Som förklaring har i stället föreslagits att tidig repolarisation predisponerar för utvecklande av maligna ventrikulära arytmier också under andra förhållanden, till exempel vid myokard-

A. 19 december 1998



B. 18 augusti 2003, 06.00



C. 18 augusti 2003, 10.00



D. 18 augusti 2003, 10.46

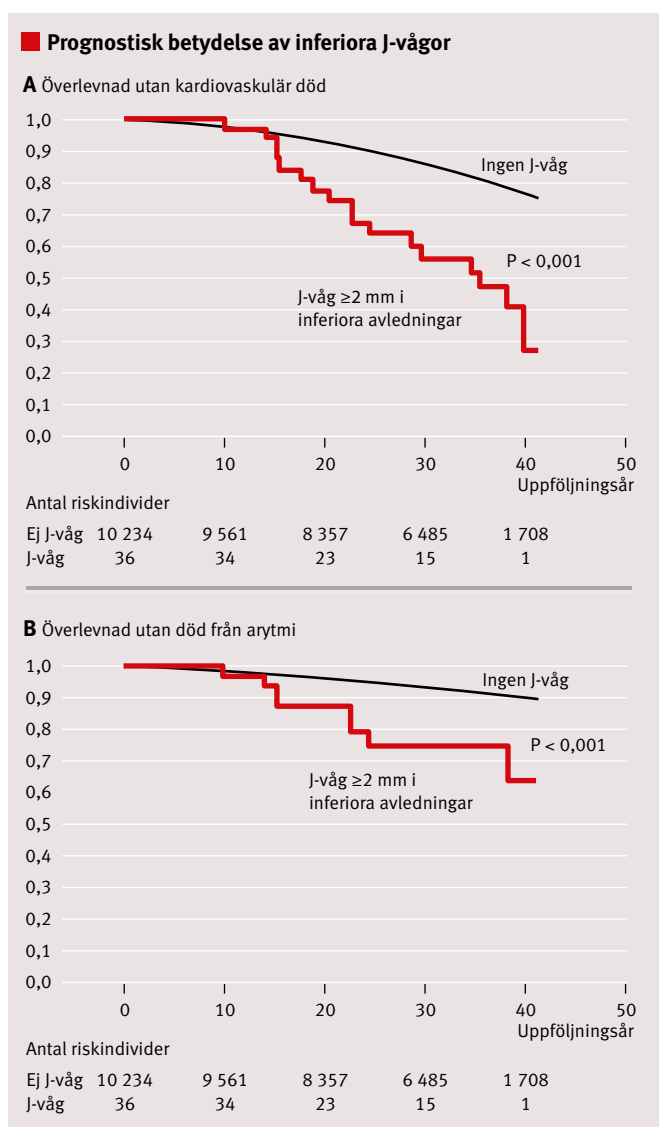


Figur 3. 12-avlednings-EKG från en patient med idiopatisk paroxysmal (polymorf) kammartakykardi. Figur A visar ett EKG från den 19 december 1998 med beskedlig tidig repolarisation i form av J-vågor i inferiora avledningarna. Figur B visar EKG från den 18 augusti 2003, 4 timmar innan patienten drabbas av paroxysmal polymorf kammartakykardi, med mer uttalade J-vågor. Figur C visar EKG 10 minuter före arytmien. De inferiora J-vågorna har ökat ytterligare i amplitud, och nytillkomna laterala J-vågor ses. Figur D visar en av flera episoder av paroxysmal polymorf kammartakykardi. Arytmierna utlöstes i samtliga fall av ventrikulära extraslag efter en kort-lång hjärtcykel. Modifierat med tillstånd från Nam och medarbetare [35].

ischemi [13]. Denna hypotes stöds av studier som visat på en ökad förekomst av ventrikulära arytmier under de första 48 timmarna vid hjärtinfarkt hos patienter med tidig repolarisation [14]. Hypotesen stöds också av att patienter med ICD-implantat med ischemisk hjärtsjukdom och tidig repolarisation har en högre förekomst av korrekta ICD-tillslag jämfört med matchade patienter utan tidig repolarisation [15]. Tidig repolarisation i form av inferolaterala J-vågor ökar även arytmibenenheten hos patienter med Brugadas syndrom [16]. Sammantaget visar dessa fynd på en potentiell roll för tidig repolarisation som riskmarkör för kammararytmi också vid andra tillstånd. Ovanstående har lett till ett ökat intresse för tidig repolarisation bland arytmologer under senare år.

Tidig repolarisation hos idrottare

Samtidigt har intresset för tidig repolarisation ökat också inom idrottskardiologin, men av andra skäl. Prevalensen av både den ursprungliga och nya definitionen av tidig repolarisation är generellt hög hos idrottare, och förekommer hos 20 till 90 procent av idrottare beroende på idrottstyp och träningsnivå. Tidig repolarisation är betydligt vanligare inom uthållighetsidrotter som löpning och cykling än inom mer styrkebetonade idrotter som tyngdlyftning [17]. En studie på ameri-

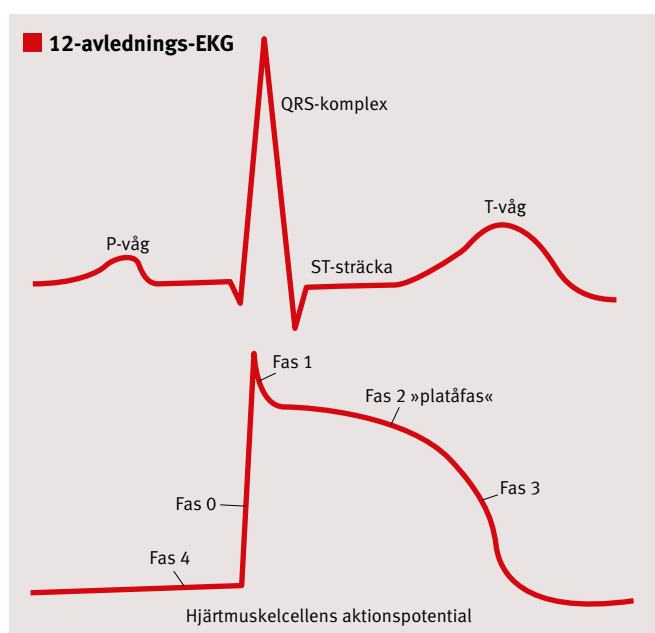


Figur 4. Prognostisk betydelse av inferiora J-vågor. Individuer med J-vågor med en amplitud överstigande 2 mm i inferiora avledningar hade 3,5 gånger (relativ risk [RR] 3,52; 95 procents konfidensintervall [KI] 2,18–5,68; $P < 0,001$) förhöjd kardiovaskulär mortalitet jämfört med individer utan J-vågor (A). Risken för plötslig hjärtdöd var också fyra gånger högre (RR 3,94; 95 procents KI 1,96–7,90; $P < 0,001$) (B). Modifierad med tillstånd från Tikkanen och medarbetare [4].

kanska collegeidrottare som återupptog sin träning efter sommaruppehållet visade att fysisk aktivitet, framför allt konditionsidrott, kan inducera tidig repolarisation även enligt den nya definitionen. Vidare demonstrerade studien att tidig repolarisation hos idrottare är av dynamisk natur, med högst förekomst under formtoppingsperioder [17].

Trots att man tydligt visat att även tidig repolarisation med den nya definitionen är träningsinducerad har detta EKG-fynd hos idrottare ändå väckt farhågor. I en uppmärksam italiensk studie var förekomsten av tidig repolarisation högre hos idrottsmän som drabbats av oförklarligt plötsligt hjärtstopp under fysisk aktivitet jämfört med kontrollgruppen [18]. Dessa resultat bör dock tolkas med försiktighet, bland annat då de idrottare som utgjorde kontroller inte i lika hög utsträckning som idrottarna med plötsligt hjärtstopp kom från konditionsidrotter.

Eftersom samtliga typer av tidig repolarisation är så vanligt



Figur 5. Korrelation mellan 12-avlednings-EKG och hjärtmuskelcellens aktionspotential. A visar en avledning från ett 12-avlednings-EKG. B visar motsvarande faser under hjärtmuskelcellens aktionspotential. Figuren visar hur förändringar under fas 1 kan orsaka förändringar i slutet av QRS-komplexet, till exempel J-vågor. På motsvarande sätt kan förändringar under fas 2 framträda i ST-sträckan, till exempel ST-höjning.

förekommande hos friska idrottare och dessutom associerade med andra EKG-tecken tydande på fysiologisk anpassning till intensiv träning, så kallat idrottshjärta, anses det vara ett godartat bifynd [19]. Detta fastslås bland annat i de nyligen publicerade Seattle-kriterierna, ett tolkningsstöd vid EKG-screening av unga idrottare [20].

Med tanke på den snabba ökningen av medelålders och äldre deltagare i idrottstävlingar, framför allt i långdistanslopp [21], bör det understrykas att träningsinducerad tidig repolarisation inte bara förekommer hos unga elitidrottare. I en studie av fysiskt aktiva medelålders män som tränade inför ett första deltagande i Lidingöloppet var förekomsten av tidig repolarisation 44 procent [22, 23]. Utöver EKG-tagning genomgick samtliga studiedeltagare en grundlig läkarundersökning, hjärtultraljud samt blodprovstagning inklusive hjärtvikts- och hjärtskademarkörer utan att några alarmerande fynd hittades. I stället karakteriserades deltagare med tidig repolarisation, oavsett definition, av undersökningsresultat tydande på en högre grad av fysisk träning. Till exempel hade de lägre hjärtfrekvens, lägre kroppsmasseindex och snabbare löptider. Det bör betonas att dessa studiedeltagare snarare är att betrakta som motionärer än atleter. Deras genomsnittliga träning hade pågått i mindre än ett år och bestod av $2,4 \pm 1,9$ timmar motion per vecka. Fynden är dock i enlighet med tidigare studier som visat att tidig repolarisation uppträder tidigt vid fysisk träning och före andra idrottsrelaterade kardiella förändringar som till exempel vänsterkammahypertrofi [17]. Exakt vilken grad av fysisk träning som behövs för att utveckla tidig repolarisation är dock oklart, och den interindividuell variationen är sannolikt stor.

I en uppföljande studie jämfördes ålders- och könsmatchade förstagångsdeltagare i Lidingöloppet, erfarna löpare med minst 6 tidigare starter och normalpersoner som saknade erfarenhet av avancerad uthållighetsträning. Tidig repolarisation förekom hos 30, 36 och 7 procent i respektive grupp [23].

KLINIK & VETENSKAP ÖVERSIKT

Sammantaget är dessa fynd helt i linje med uppfattningen att tidig repolarisation hos idrottare är ett uttryck för hjärtats normala fysiologiska anpassning till träning.

Tidig repolarisation – elektrofysiologiska mekanismer

Det finns flera möjliga förklaringar till varför den ursprungliga definitionen av tidig repolarisation (baserad på anterolateral ST-höjning) är godartad och skiljer sig från den nya definitionen (baserad på inferolateral J-vågor). J-vågor anses härstamma från en transmural spänningsgradient orsakad av en transient utåtriktad kaliumström under fas 1 av hjärtats aktionspotential, se Figur 5. ST-höjning däremot anses härstamma från en transmural spänningsgradient orsakad av en vagalt medierad inåtriktad kaliumström under aktionspotentialens platófas (fas 2) [24]. Transmural heterogenitet under den tidiga fasen av hjärtmuskulcellens repolarisation hos individer med J-vågor skulle teoretiskt kunna öka arytmibenägenheten, till exempel under myokardischemi. Vid tidig repolarisation av ST-höjningstyp, å andra sidan, skulle sambandet med ökad vagal aktivitet i stället kunna vara protektivt, då en hög vagal tonus generellt skyddar mot maligna ventrikulära arytmier [25, 26].

Vidare påverkas funktionen i de aktuella jonkanalerna av ett flertal faktorer, vilket medför att J-vågor är ett dynamiskt fenomen. Exempel på sådana faktorer är hjärtfrekvens, grad av vagal aktivitet, kroppstemperatur, könshormoner med mera. De exakta elektrofysiologiska mekanismerna bakom tidig repolarisation och uppkomsten av arytmier är dock inte kartlagda i detalj hos människa, och en del har till och med förslagit sen depolarisation av hjärtats inferolaterala segment som en alternativ förklaring [27].

Tidig repolarisation – riskstratifiering och behandling

Även om det statistiska sambandet mellan den nya, och potentiellt mer maligna, definitionen av tidig repolarisation och plötslig hjärtdöd är problematiskt håller vi med Viskin och medarbetare om att det ännu är för tidigt att använda tidig repolarisation för riskstratifiering av asymtomatiska individer i klinisk praxis [13, 28]. Detta kan bäst illustreras genom att tillämpa Bayes teorem i ett exempel lånat från nämnda författare: Risken för idiopatiskt kammарflimmer hos personer under 45 år är cirka 3/100 000 personår [29]. Denna risk ökar till 11/100 000 hos dem med J-vågor på EKG, och till cirka 30/100 000 hos dem med den subtyp som i dag anses vara associerad med högst risk (J-vågor i inferolaterala avledningar följt av horisontell eller nedåtsluttande ST-sträcka) [30]. Den individuella absoluta risken är således mycket låg, och i dagsläget saknas redskap för ytterligare riskstratifiering. Detta resonemang gäller även medelålders och äldre patienter med underliggande kranskärslssjukdom och tidig repolarisation på EKG.

Innan man har utvecklat prognostiska algoritmer med högre specificitet genom identifiering av ytterligare subtyper, eller kan sammankoppla fynd av J-vågor med andra riskmarkörer, är det därför inte lämpligt att använda dessa EKG-fynd vid utredning och behandling av symtomfria individer i klinisk praxis. Undantag från detta utgörs av patienter med Brugada syndrom med fynd av inferolaterala J-vågor på 12-avlednings-EKG, hos vilka detta fynd kan utgöra skäl för invasiv elektrofysiologisk undersökning [16]. Ett annat undantag är individer med stark familjeanamnes på plötslig hjärtdöd hos unga familjemedlemmar, hos vilka profylaktisk kinidin- eller ICD-behandling kan övervägas [31]. Här kan genetisk testning komma att spela en roll vid riskstratifiering i framtiden. Flera gener som kodar för jonkanalsfunktion har associerats med tidig repolarisation. Med tanke på den relativt höga förekomsten i befolkningen är dock tidiga repolarisationsförändringar sannolikt polygenetiskt betingade, med påverkan ock-

»... tidig repolarisation hos idrottare är ett uttryck för hjärtats normala fysiologiska anpassning till träning.«

så av ickegenetiska faktorer [31].

Det är dock viktigt att skilja mellan tidig repolarisation på EKG hos asymtomatiska individer och tidigt repolarisationsyndrom. Tidigt repolarisationssyndrom kan endast diagnostiseras hos patienter med inferolaterala J-vågor på EKG som drabbats av hjärtstopp, ventrikelflimmer eller polymorf ventrikeltakykardi [31]. Hos sådana patienter bör ICD-implantation starkt övervägas. Hos individer med misstänkt kardiell synkope och tidig repolarisation av subtyper som betraktas ha högst risk kan man överväga implanterbar hjärtövervakning (loop recorder) som en del i den diagnostiska utredningen [28]. En begränsning i användandet av implanterbar hjärtövervakning utgörs dock av att den kontinuerligt registrerar EKG, men bara sparar automatiskt predefinierade arytmier och manuellt triggade registreringar. Mycket snabba och oregelbundna maligna takyarytmier som polymorfa kammartakykardier faller ibland utanför algoritmernas frekvensomfång och uppfattas därför inte som arytmier. Om inte en manuell registrering görs, och då behövs ofta hjälp av annan person än patienten, kan ibland kliniskt betydelsefulla arytmier missas. Detta bör beaktas för att optimera det diagnostiska utbytet vid användande av implanterbar hjärtövervakning. Författarna vill också betona vikten av noggrann inspektion av 12-avlednings-EKG hos alla patienter med kardiell synkope, samt hos individer där det av annan anledning föreligger misstanke om paroxysmala arytmier. Detta för att inte riskera att missa de ofta subtila förändringar i slutet av QRS-komplexet (J-vågor) som kan avslöja en ökad risk att senare drabbas av allvarligare arytmiepisoder.

Korrekt diagnostisering av tidigt repolarisationssyndrom (till skillnad från till exempel idiopatisk ventrikeltakykardi) har klinisk betydelse eftersom denna patientgrupp karaktäriseras av frekventa ICD-chocker vilka kan förhindras med kinidinbehandling [31].

Hos symptomfria idrottare bör tidig repolarisation, som tidigare anförts, betraktas som ett normalfynd och en naturlig del i hjärtats anpassning till träning och således inte föranleda vidare utredning. Eftersom elitidrottare numera rekommenderas hjärtscreening från 16 års ålder, inklusive EKG, är detta budskap av klinisk betydelse [32]. Samma resonemang gäller även medelålders och äldre personer som i europeiska riktlinjer rekommenderas att genomgå hjärtundersökning inklusive 12-avlednings-EKG före deltagande i idrott med kraftig fysisk ansträngning [33].

■ *Potentiella bindningar eller jävsförhållanden: Inga uppgivna.*

■ *Forskning kring EKG-förändringar i samband med uthållighets-träning vid Karolinska universitetssjukhuset stöds av Hjärt-Lungfonden, Centrum för idrottsforskning och Stockholms läns landsting.*

KLINIK & VETENSKAP ÖVERSIKT

REFERENSER

- Shipley RA, Halloran WR. The four-lead electrocardiogram in two hundred normal men and women. *Am Heart J*. 1936;11:325-45.
- Klatsky AL, Oehm R, Cooper RA, et al. The early repolarization normal variant electrocardiogram: correlates and consequences. *Am J Med*. 2003;115:171-7.
- Haissaguerre M, Derval N, Sacher F, et al. Sudden cardiac arrest associated with early repolarization. *N Engl J Med*. 2008;358:2016-23.
- Tikkanen JT, Anttonen O, Junttila MJ, et al. Long-term outcome associated with early repolarization on electrocardiography. *N Engl J Med*. 2009;361:2529-37.
- Wu SH, Lin XX, Cheng YJ, et al. Early repolarization pattern and risk for arrhythmia death: a meta-analysis. *J Am Coll Cardiol*. 2013;61:645-50.
- Drezner JA, Fischbach P, Froelicher V, et al. Normal electrocardiographic findings: recognising physiological adaptations in athletes. *Br J Sports Med*. 2013;47:125-36.
- Fenichel NN. A long term study of concave RS-T elevation – a normal variant of the electrocardiogram. *Angiology*. 1962;13:360-6.
- GE Healthcare. Marquette 12SL ECG Analysis Program. Physician's Guide. 416791-004 Revision D.
- Aagaard P, Shulman E, Di Biase L, et al. Prognostic value of automatically detected early repolarization. *Am J Cardiol*. 2014;114:1431-6.
- Osborn JJ. Experimental hypothermia: respiratory and blood pH changes in relation to cardiac function. *Am J Physiol*. 1953;175:389-98.
- Kanna B, Wani S. Giant J wave on 12-lead electrocardiogram in hypothermia. *Ann Noninvasive Electrocardiol*. 2003;8:262-5.
- Tikkanen JT, Junttila MJ, Anttonen O, et al. Early repolarization: electrocardiographic phenotypes associated with favorable long-term outcome. *Circulation*. 2011;123:2666-73.
- Viskin S, Rosso R, Halkin A. Making sense of early repolarization. *Heart Rhythm*. 2012;9:566-8.
- Naruse Y, Tada H, Harimura Y, et al. Early repolarization is an independent predictor of ventricular fibrillation in the very early phase of acute myocardial infarction. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2012;5:506-13.
- Patel RB, Ng J, Reddy V, et al. Early repolarization associated with ventricular arrhythmias in patients with chronic coronary artery disease. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2010;3:489-95.
- Tokioka K, Kusano KF, Morita H, et al. Electrocardiographic parameters and fatal arrhythmic events in patients with Brugada syndrome: combination of depolarization and repolarization abnormalities. *J Am Coll Cardiol*. 2014;63:2131-8.
- Noseworthy PA, Weiner R, Kim J, et al. Early repolarization pattern in competitive athletes: clinical correlates and the effects of exercise training. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2011;4:432-40.
- Cappato R, Furlanello F, Giovinazzo V, et al. J wave, QRS slurring, and ST elevation in athletes with cardiac arrest in the absence of heart disease: marker of risk or innocent bystander? *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2010;3:305-11.
- Quattrini FM, Pelliccia A, Assorgi R, et al. Benign clinical significance of J-wave pattern (early repolarization) in highly trained athletes. *Heart Rhythm*. 2014;11:1974-82.
- Drezner JA, Ackerman MJ, Anderson J, et al. Electrocardiographic interpretation in athletes: the »Seattle criteria«. *Br J Sports Med*. 2013;47:122-4.
- Aagaard P, Sahlén A, Braunschweig F. Performance trends and cardiac biomarkers in a 30-km cross-country race, 1993-2007. *Med Sci Sports Exerc*. 2012;44:894-9.
- Aagaard P, Braunschweig F, Wecke L, et al. Early repolarization in middle-age runners: cardiovascular characteristics. *Med Sci Sports Exerc*. 2014;46:1285-92.
- Sydow J, Aagaard P, Holmquist C, et al. Prevalence of ECG abnormalities in novice versus experienced endurance runners and normal controls [abstract]. *ESC EuroPrevent*, Lissabon, 14-16 maj 2015.
- Gussak I, Antzelevitch C. Early repolarization syndrome: a decade of progress. *J Electrocardiol*. 2013;46:110-3.
- Tsuji H, Larson MG, Venditti FJ Jr, et al. Impact of reduced heart rate variability on risk for cardiac events. The Framingham Heart Study. *Circulation*. 1996;94:2850-5.
- Schwartz PJ, La Rovere MT, Vanoli E. Autonomic nervous system and sudden cardiac death. Experimental basis and clinical observations for post-myocardial infarction risk stratification. *Circulation*. 1992;85:177-91.
- Wellens HJ. Early repolarization revisited. *N Engl J Med*. 2008;358:2063-5.
- Huikuri HV, Juhani Junttila M. Clinical aspects of inherited J-wave syndromes. *Trends Cardiovasc Med*. 2015;25:24-30.
- Rosso R, Kogan E, Belhassen B, et al. J-point elevation in survivors of primary ventricular fibrillation and matched control subjects: incidence and clinical significance. *J Am Coll Cardiol*. 2008;52:1231-8.
- Rosso R, Glikson E, Belhassen B, et al. Distinguishing »benign« from »malignant early repolarization«: the value of the ST-segment morphology. *Heart Rhythm*. 2012;9:225-9.
- Priori SG, Wilde AA, Horie M, et al. HRS/EHRA/APHRS expert consensus statement on the diagnosis and management of patients with inherited primary arrhythmia syndromes: document endorsed by HRS, EHRA, and APHRS in May 2013 and by ACCF, AHA, PACES, and AEPIC in June 2013. *Heart Rhythm*. 2013;10:1932-63.
- Plötslig hjärtdöd bland barn och unga vid idrott och fysisk ansträngning. Nationella riktlinjer. Stockholm: Socialstyrelsen; 2006. Artikelnr 2006-114-39.
- Börjesson M, Urhausen A, Kouidi E, et al. Cardiovascular evaluation of middle-aged/senior individuals engaged in leisure-time sport activities: position stand from the sections of exercise physiology and sports cardiology of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2011;18:446-58.
- Perez MV, Friday K, Froelicher V. Semantic confusion: the case of early repolarization and the J point. *Am J Med*. 2012;125:843-4.
- Nam GB, Ko KH, Kim J, et al. Mode of onset of ventricular fibrillation in patients with early repolarization pattern vs. Brugada syndrome. *Eur Heart J*. 2010;31:330-9.

SUMMARY

Early repolarization defined as antero-lateral ST-segment elevation exists in 1-2 % of the general population and has been considered a benign ECG finding for decades. However, early repolarization, defined as infero-lateral J-waves, has in recent studies been associated with an increased – albeit low – risk of sudden and cardiovascular death. This ECG pattern is present in 3-13% of the general population. However, exercise training can induce all types of early repolarization, and the prevalence in the athletic population rises to 20-90%. There is large variability between sports (higher in endurance athletes) and also throughout the season (higher during times of peak fitness). In athletes, early repolarization, regardless of type, is considered benign. In asymptomatic non-athletes, the absolute risk is too low to use this ECG finding in clinical practice. In individuals with J-wave syndrome, on the other hand, ICD implantation should be strongly considered to prevent sudden cardiac death.