Elektrokardiografsko utvrđivanje infarkta miokarda sa elevacijom ST segmenta

Dušanka Kutlešić Kurtović, Svetlana Apostolović, Milan Pavlović, Marko Lazović, Lazar Todorović, Goran Koraćević, Tomislav Kostić, Miomir Ranđelović, Milan Živković, Sonja Šalinger Martinović, Emina Dimitrijević, Dragana Stanojević, Vesna Mitić, Vesna Atanasković, Vladimir Stojanović

Klinika za kardiovaskularne bolesti, Klinički centar Niš

Sažetak

Elektrokardiogram (EKG) je integralni deo dijagnostičkog protokola kod pacijenata sa suspektim infarktom miokarda koji bi trebalo uraditi u što kraćem vremenskom periodu od početka simptoma (optimalno u prvih 10 minuta). Pored standardnih, dodatne odvođe, trebalo bi uvek uzeti u obzir kod pacijenata koji se prezentuju sa ishemijskim bolovima u grudima i sa nedijagnostičkim inicijalnim EKG-om (V7, V8 i V9 i desni prekordijalni odvođi). Zbog dinamičke prirode samog procesa potrebno je serijsko ili kontinuirano praćenje EKG odvođa. Na osnovu lokalizacije EKG promena određuje se lokalizacija infarkta i verovatna „infarktna arterija”. U perakutnoj fazi infarkta miokarda T talasi postaju visoki i uski. Ovi T talasi se često nazivaju hiperakutni T talasi. Ubrzo nakon toga dolazi do inverzije T talasa. Elevacija ili depresija ST segmenta je druga promena koja se događa akutno u evoluciji infarkta. Elevacija ST segmenta označava leziju, tj. ozbiljnu ozledu miokarda. Prolongirana i novonastala elevacija ST segmenta (> 20 min.), naročito kada je udružena sa recipročnom depresijom ST segmenta, obično odražava akutnu okluziju koronarne arterije koja rezultuje miokardnom nekrozom. Pojava novih Q zubaca dokazuje da je nastupila ireverzibilna smrt miocita. Nemaju svi infarkti miokarda Q zupce. Ranije se mislilo da je za nastanak Q zubaca potrebno da infarkt zahvati celu debljinu zida miokarda, zbog toga se govorilo o transmuralnim, odnosno subendokardijalnim infarktima. Ipak, patološke studije nisu pronašle velike korelacije između nastanka Q zubaca i činjenice da li je infarkt transmuralni ili subendokardni. Zbog ovoga je napuštena stara terminologija, iako je bila deskriptivna, i uvedena nova koja opisuje „infarkte sa Q zupcima” i „infarkte bez Q zubaca.” Međutim, sam po sebi, EKG je nedovoljan za postavljanje dijagnoze akutne ishemije miokarda ili infarkta miokarda, zbog toga što devijacija ST segmenta može postojati i u drugim patološkim stanjima. EKG bi trebalo tumačiti u sklopu celokupne kliničke slike.

Ključne reči EKG, infarkt miokarda, ST elevacija

Elektrokardiogram (EKG) je integralni deo dijagnostičkog protokola kod pacijenata sa suspektim infarktom miokarda koji bi trebalo uraditi u što kraćem vremenskom periodu od početka simptoma i tačno ga interpretirati (optimalno vreme bi bilo u prvih 10 minuta). (1) Praćenje dinamičkih promena na EKG-u za vreme akutne ishemije miokarda često zahteva višestruko ponavljanje EKG-a, naročito ukoliko inicijalno urađeni EKG nije dijagnostički validan. Serijsko snimanje EKG-a kod simptomatskih pacijenata sa inicijalno nedijagnostičkim EKG-om trebalo bi izvoditi u intervalu od 15 do 30 minuta, a ukoliko postoji mogućnost poželjno je kontinuirano praćenje 12-kanalnog EKG-a.

Akutne ili evolutivne promene na ST-T segmentu i Q zupcu, kada se jave, mogu pružiti informacije o vremenu nastanka događaja, mogu da identifikuju arteriju odgo-

vornu za koronarni događaj, postojanje kolaterala, procene zahvaćenost miokarda, mogući rizik i prognozu, kao i da odrede način lečenja.²

Duboka depresija ST segmenta i negativni T talasi koji se javljaju u više odvođa na EKG-u, udruženi su sa težim stepenom miokardne ishemije i lošijom prognozom. Drugi EKG znaci povezani sa akutnom ishemijom miokarda su srčane aritmije, interventrikularni i/ili atrioventrikularni poremećaji provođenja, kao i gubitak prekordijalnih R zubaca.

Sam po sebi, EKG je nedovoljan za postavljanje dijagnoze akutne ishemije miokarda ili infarkta miokarda, zbog toga što devijacija ST segmenta može postojati i u drugim stanjima kao što su akutni perikarditis, hipertrofija leve komore, blok leve grane, Brugada sindrom, „stress” kardiomiopatija i sindrom rane repolarizacije.²

Slika 1. Shematski prikaz evolucije AIM u direktnim odvodima: a-pre infarkta; b-infarkt u nastajanju; c-akutna faza; d-subakutna faza i e-hronična faza. Otto LA, Aufderheide TP. Evaluation of STE criteria for the prehospital electrocardiographic diagnosis of acute myocardial infarction. *Ann Emerg Med* 1994;23:17–24.

Slika 2. Visok i simetričan T talas kod pacijenta s akutnim infarktom. (B) Isti odvod EKG-a dva sata kasnije, vidi se inverzija talasa. Goertch M. Myocardial infarction. U: *The ECG. A Two-Step Approach to Diagnosis*. Springer-Verlag Heidelberg New York. 2004;

Slika 3. Simetrična inverzija T talasa kod pacijenta sa ishemijom. (B) Primer asimetrične inverzije T talasa kod pacijenta s ventrikularnom hipertrofijom leve komore i repolarizacijskim abnormalnostima. Goertch M. Myocardial infarction. U: *The ECG. A Two-Step Approach to Diagnosis*. Springer-Verlag Heidelberg New York. 2004;

Slika 4. Dva primera elevacije ST segmenta tokom akutnog infarkta miokarda: (A) bez inverzije T talasa i (B) sa inverzijom T talasa. Goertch M. Myocardial infarction. U: *The ECG. A Two-Step Approach to Diagnosis*. Springer-Verlag Heidelberg New York. 2004;

Infarkt sa elevacijom ST segmenta nastaje kao posledica okluzije koronarne arterije tromбом i prekida protoka krvi kroz arteriju.

Dolazi do razvoja transmuralne ishemije i lezije, a kasnije i nekroze miokarda. Najpre dolazi do pojave visokih šiljatih T talasa na elektrokardiogramu, a zatim i elevacije ST segmenta, u odvodima koji odražavaju zonu lezije miokarda. Ukoliko prekid cirkulacije traje duže nastaje nekroza dela miokarda kome je prekinuta cirkulacija, a na elektrokardiogramu će se pojaviti širok i dubok Q zubac uz redukciju ili potpuni nestanak R zupca- QS kompleksa.³

T talas

U perakutnoj fazi infarkta miokarda T talasi postaju visoki i uski. Ovi T talasi se često nazivaju hiperakutni T talasi. Ubrzo nakon toga, obično nekoliko sati kasnije, dolazi do inverzije T talasa.³

Ovakvi T talasi odraz su promena pri ishemiji miokarda, tj. nedostatku adekvatnog dotoka krvi u miokard. Išemija je potencijalno reverzibilna. Ako se dotok krvi obnovi ili se smanje zahtevi srca za kiseonikom, T talasi će se vratiti u normalan oblik. S druge strane, ako se dogodila stvarna smrt ćelija miokarda (pravi infarkt), inverzija T talasa će se nastaviti mesecima, čak i godinama. Inverzija T talasa sama po sebi je indikacija samo ishemije i nije dovoljna za dijagnozu infarkta miokarda i vrlo je nespecifičan znak. Mnogo stvari može uzrokovati inverziju T talasa, npr. to se viđa kod nekih vrsta sprovodnih blokova i ventrikularne hipertrofije s repolarizacijskim abnormalnostima.^{3,4} Činjenica da su inverzni T talasi pri ishemiji miokarda simetrični, dok u većini drugih okolnosti imaju asimetričan oblik, s blažom silaznom putanjom i bržom uzlaznom putanjom nam može pomoći u dijagnozi.^{4,5}

Kod pacijenata kod kojih su T talasi od ranije inverzni, ishemija može uzrokovati njihov povratak na normalan

Slika 5. Dva primera elevacije J tačke; (A) Odvod III zdravog pacijenta. (B) Isti odvod istog pacijenta Goertch M. Myocardial infarction. U: The ECG. A Two-Step Approach to Diagnosis. Springer-Verlag Heidelberg New York. 2004

Slika 6. Elevacija ST segmenta tokom infarkta. Vidi se kako su ST segment i T talas spojeni, među njima ne postoji jasna granica. Goertch M. Myocardial infarction. U: The ECG. A Two-Step Approach to Diagnosis. Springer-Verlag Heidelberg New York. 2004

Slika 7. (A) Odvod III zdravog pacijenta. (B) Isti odvod istog pacijenta 2 nedelje nakon inferiornog infarkta miokarda. Goertch M. Myocardial infarction. U: The ECG. A Two-Step Approach to Diagnosis. Springer-Verlag Heidelberg New York. 2004;167-186.

oblik, fenomen koji se naziva **pseudonormalizacija**. Za prepoznavanje pseudonormalizacije potrebno je poređenje trenutnog i starijeg EKG-a.³

ST segment

Elevacija ST segmenta je druga promena koja se događa akutno u evoluciji infarkta. Elevacija ST segmenta označava leziju, tj. ozbiljnu ozledu miokarda. Odras je stepena celularnog oštećenja koje nastupa posle ishemije, ali je, takođe, potencijalno reverzibilna, te se u nekim slučajevima ST segment može brzo vratiti na izoelektričnu liniju. U većini slučajeva, ipak, elevacija ST segmenta je pouzadni znak da je nastupio pravi infarkt i da će se razviti kompletna elektrokardiogramatska slika infarkta, osim ako se hitno i agresivno ne sprovede reperfuzija. Perzistentna elevacija ST segmenta često je indikacija nastanka ventrikularne aneurizme. (7)

Prolongirana i novonastala elevacija ST segmenta (> 20 min.), naročito kada je udružena sa recipročnom depresijom ST segmenta, obično odražava akutnu okluziju koronarne arterije koja rezultuje miokardnom nekrozom.

J tačka

J tačka, spojna (eng. junction) tačka, mesto je gde ST segment počinje svoj uspon od QRS kompleksa. Kao i inverzija T talasa, elevacija ST segmenta može se videti

Slika 8. Direktni i dodatni odvodi.

pri brojnim drugim stanjima. Postoji čak i tip elevacije ST segmenta koji se može videti kod mladih i zdravih ljudi. Ovaj fenomen se naziva **rana repolarizacija** (što je zapravo pogrešan fiziološki naziv) ili elevacija J tačke (ovaj je termin adekvatniji).

J tačkom se određuje magnituda promene ST segmenta u dva susedna odvoda. Novonastala promena ili ona za koju se pretpostavlja da je novonastala, elevacija J tačke >0,1 mV se javlja u bilo kom odvodu sem u V2 i V3.

Kod zdravih muškaraca, mlađih od 40 godina, elevacija J tačke u odvodima V2 i V3 može biti veća od 0,25 mV, što se smanjuje sa porastom godina života.

Polne razlike zahtevaju različite vrednosti za žene, tako da je elevacija J tačke kod zdravih žena manja nego kod muškaraca.⁶

Kriterijumi pretpostavljaju da se date promene mogu videti u najmanje dva susedna odvoda. Na primer, elevacija ST segmenta $\geq 0,2$ mV u odvodu V2 i $\geq 0,1$ mV u V1 bi zadovoljavala kriterijume postojanja abnormalnih ST promena u dva susedna odvoda kod zdravih muškaraca starijih od 40 godina.

Međutim, elevacija ST segmenta $\geq 0,1$ mV i $< 0,2$ mV, viđena samo u odvodima V2 i V3, u muškaraca (ili $< 0,15$ mV u žena) predstavlja normalan EKG nalaz. Trebalo bi imati na umu i to da obično, akutna miokardna ishemija može dati zadovoljavajuće kriterijume promena ST segmenta u jednom odvodu, ali neznatne promene u susednim odvodima. Elevacija ST segmenta ili dijagnostički Q zubac u susednoj grupi odvoda su mnogo specifičniji od depresije ST segmenta u određivanju lokalizacije miokardne ishemije ili nekroze.⁹

Kako se elevacija ST segmenta može razlikovati od elevacije J tačke? U koronarnoj bolesti, povišeni ST segment ima specifičnu konfiguraciju. Savijen je prema

Tabela 1. Lokalizacija infarkta: Direktni odvodi u kojima se registruje ST elevacija, recipročni odvodi u kojima se registruje ST depresija i odgovorna regija za infarkt. UkaHackworthy RA, Vogel MB, Harris PJ. Relationship between changes in ST-segment elevation and patency of the infarct-related coronary artery in acute myocardial infarction. Am Heart J 1986;112:279–88.

Lokalizacija	ST elevacija	Recipročni odvodi ST depresija	Koronarna arterija
Septalni	V1,V2	V7,V8,V9	LAD-prednja descedentna
Anteriorni	V3,V4	nema	LAD
Anteroseptalni	V1,V2,V3,V4	V7,V8,V9	LAD
Anterolateralni	I,aVL V3,V4,V5,V6	II,III,aVF	LAD, LCX
Ekstenzivni anteriori	V1,V2,V3,V4,V5,V6,I,aVL	II,III,aVF	LMCA-glavno stablo leve koronarn arterije
Inferiorni	II,III,Avf	I,aVL	RCA-desna koronarna arterija, LCX
Lateralni	I, aVL, V5,V6	II,III, aVF	LCX-cirkumflesna arterija
Posteriorni(često udružen sa inferiorim ili lateralnim)	V7,V8,V9	V1,V2,V3,V4	PDA- zadnja descedentna arterija- grana RCA ili RCX
Desna Komora (često udružena sa inferiorim)	II,III,aVF,V1, V4R	I,aVL	RCA

gore i često se neprimetno spaja s T talasom. Pri elevaciji J tačke, T talas ostaje nezavisan talas.

Q zubac

Pojava novih Q zubaca dokazuje da je nastupila ireverzibilna smrt miocita. Prisutnost Q zubaca potvrđuje dijagnozu infarkta miokarda.⁹

Q zupci obično se pojavljuju unutar nekoliko sati od početka infarkta, dok kod nekih pacijenata može biti potrebno i nekoliko dana da se razviju. ST segment se obično vrati na izoelektričnu liniju do vremena pojave Q zubaca.

Normalni vs. patološki Q zupci – mali Q zupci mogu se videti na levim lateralnim odvodima (I, aVL, V5 i V6), ponekad na inferiornim odvodima (II i III) i kod potpuno zdravog srca. Ove Q zupce uzrokuje rana levo-desna depolarizacija interventrikularnog septuma. Patološki Q zupci koji karakterišu infarkt su širi i dublji. Često se nazivaju **značajnim Q zupcima**.⁸

Stvaranje Q zubaca kao znak srčanog udara lako je razumeti. Kada deo miokarda odumre, postane električki „tih“, tj. nije više sposoban da proizvodi električnu struju. Kao rezultat, sve električne sile srca bivaju usmerene od područja infarkta. Elektroda koja leži preko područja infarkta stoga će snimati duboki negativni otklon, Q zubac.⁵

„Susedni odvodi“ odnose se na grupe odvoda kao što su prednji odvodi (V1-V6), inferiorni odvodi (II, III, aVF) ili lateralni/apikalni odvodi (I, aVL).

Recipročne promene – obrnuta slika u recipročnim odvodima od slike u direktnim odvodima označava se kao „slika u ogledalu“.⁸

Dodatne odvođe, takođe serijski snimane, trebalo bi uvek uzeti u obzir kod pacijenata koji se prezentuju sa ishemijskim bolovima u grudima i sa nedijagnostičkim inicijalnim EKG-om. Elektrokardiografsko beleženje miokardne ishemije u distribuciji a. cirkumfleksne često se previdi, tako da je najbolje beleženje posteriornih odvoda u petom interkostalnom prostoru (V7 na zadnje levoj aksilarnoj liniji, V8 na medioskapularnoj liniji, i V9 na levoj paraspinalnoj liniji). Snimanje ovih dodatnih odvoda se na-

ročito preporučuje kod pacijenta klinički visokosuspektivnih na okluziju cirkumfleksne koronarne arterije (npr. inicijalni EKG je nedijagnostički ili sa depresijom ST segmenta uV1–V3). ST elevacija u ovim odvodima se smatra značajnom ako je veća od 0,05 mV; specifičnost raste ako je ST elevacija $\geq 0,1$ mV i ovu vrednost ST elevacije bi trebalo koristiti kod muškaraca mlađih od 40 godina.⁵

Depresija ST segmenta u odvodima V1–V3 mogla bi sugerisati na ishemiju miokarda inferobazalnog zida (posteriorni infarkt), naročito kada je T talas u tim odvodima pozitivan (**ekvivalent ST elevacije**), što takođe nije specifično. Kod pacijenata sa inferiornim i suspektnim infarktom desne komore trebalo bi snimiti desne pre-kordijalne odvođe (V3R i V4R). Ukoliko je ST elevacija u tim odvodima $\geq 0,05$ mV ($\geq 0,1$ mV kod muškaraca mlađih od 30 godina), obezbeđuju se dodatni kriterijumi za postavljanje dijagnoze.²

Zapravo, vrlo je jednostavno staviti elektrode na leđa pacijenta kako bi se pogledale posteriorne električne sile. Kada se to uradi, a radi se vrlo retko, sposobnost EKG-a da dijagnostikuje infarkt miokarda se jako povećava. To je takozvani 15-odvodni EKG, koji uključuje dva V odvoda smeštena na leđa (V8 i V9) i jedan na desni anteriorni grudni zid (V4R), kojim se može otkriti elevacija ST segmenta u mnogih pacijenata sa sumnjom na infarkt kod kojih je 12-odvodni EKG normalan.⁹

Lokalizacija infarkta

U akutnom infarktu miokarda dolazi do nekroze dela srčanog mišića usled nagle i kritične redukcije cirkulacije u jednoj od koronarnih arterija ili njenih grana. Regija miokarda u kojoj će infarkt nastati zavisi od toga koja je arterija pogođena i od postojanja kolateralne cirkulacije.⁸ Infarkti se mogu grupisati u nekoliko opštih anatomskih kategorija. To su inferiorni infarkti, lateralni infarkti, anteriorni infarkti sa sublokalizacijama i posteriorni infarkti. Gotovo svi infarkti miokarda zahvataju levu komoru.

Često se vide i kombinacije, poput anterolateralnih infarkta, inferoposteriornih, inferoposterolateralnih uz infarkt desne komore.

Slika 9. Različite lokalizacije infarkta: A-septalni; B-anteriorni infarkt. C-Inferiorni infarkt Brady WJ, Adams M, Burry SD, et al. The impact of the 12-lead ECG on ED evaluation and management. Acad Emerg Med 2002.

Slika 11. U potpunosti razvijeni inferiorni infarkt. Duboki Q zupci mogu se videti na odvodima II, III i aVF. Goertch M. Myocardial infarction. U: The ECG. A Two-Step Approach to Diagnosis. Springer-Verlag Heidelberg New York. 2004;167-186.

Inferiorni infarkt

Kada postoji elevacija ST segmenta u odvodima D2, D3 aVF, procena promena ST segmenta u recipročnim odvodima omogućava procenu da li je okludirana desna koronarna arterija ili cirkumfleksna arterija. Ukoliko se nađe depresija ST segmenta u D1, to znači da je vektor lezije usmeren na desno i da je okludirana desna koronarna arterija. Nasuprot ovome, kada je okludirana cirkumfleksna arterija, vektor lezije je orijentisan na levo, u pravcu odvoda D1, i dovodi do elevacije ST segmenta u D1 (slika 10). Okluzija desne koronarne arterije u vrlo proksimalnom delu može biti praćena elevacijom ST segmenta u odvodima V1-V3.

Iako kod većine infarkta značajan Q zubac perzistira tokom celog života pacijenta, ovo nije često kod inferiornog infarkta. Za pola godine gotovo 50 % pacijenata izgubiće kriterijume za značajne Q zupce. Prisustvo malih Q zubaca inferiorno mogu sugerisati stari inferiorni infarkt. Ipak, ne treba zaboraviti da se mali inferiorni Q zupci mogu takođe videti kod zdravog srca. Stoga je pravi vodič anamneza pacijenta.

Lateralni infarkt

Lateralni infarkt može biti rezultat okluzije prve ili druge optuzne grane leve cirkumfleksne arterije, takođe i zbog okluzije prve ili druge dijagonalne grane prednje descendentne arterije (LAD). Promene se mogu videti na

Slika 10. Elevacija ST segmenta u D2, D3 i aVF kod okluzije desne koronarne arterije i kod okluzije arterije cirkumfleksne. Brady WJ, Syverud SA, Beagle C, et al. Electrocardiographic STE: the diagnosis of AMI by morphologic analysis of the ST segment. Acad Emerg Med 2001;8:961-7

Slika 12. Akutni infarkt lateralnog zida. Elevacija ST segmenta može se videti na odvodima I, aVL, V5 i V6. Takođe, primećuju se duboki Q zupci na odvodima II, III i aVF, koji znače prethodni inferiorni infarkt. Duboki Q zupci na odvodima od V3 do V6? Oni su rezultat još starijeg lateralnog infarkta od pre nekoliko godina. Goertch M. Myocardial infarction. U: The ECG. A Two-Step Approach to Diagnosis. Springer-Verlag Heidelberg New York. 2004;167-186.

odvodima I, aVL, V5 i V6. Recipročne promene mogu se videti na inferiornim odvodima. U slučaju okluzije i dijagonalne grane LAD uočava se elevacija ST segmenta u odvodima D1, aVL, V6 dok je u inferiornim prisutna depresija. Nasuprot tome, okluzija OM grane praćena je elevacijom u lateralnim i inferiornim odvodima.

Anteriorni infarkt

Anteriorni infarkt je rezultat okluzije leve silazne arterije (LAD). Promene se vide na prekordijalnim odvodima (od V1 do V6). Recipročne promene se vide inferiorno. Analizom ST segmenta u inferiornim odvodima može se proceniti da li je okluzija locirana ispred ili iza prve dijagonalne grane. Analizom ST segmenta u aVR, V1, V6 može se proceniti da li je okluzija ispred ili iza prve septalne grane.

Gubitak anteriornih električnih sila pri anteriornom infarktu nije uvek povezan s formacijom Q zupca. Kod

Tabela 2. EKG promene udružene sa prethodnim infarktom miokarda. Third universal definition of myocardial infarction, Kristian Thygesen, Joseph S. Alpert, Allan S. Jaffe, Maarten L. Simoons, Bernard R. Chaitman and Harvey D. White: the Writing Group on behalf of the Joint ESC/ACCF/AHA/WHF Task Force for the Universal Definition of Myocardial Infarction European Heart Journal (2012).

Svaki Q zubac u odvodima V2–V3 $\geq 0,02$ sec ili QS kompleks u odvodima V2 i V3
Q zubac $\geq 0,03$ sec i $\geq 0,1$ mV dubok ili QS kompleks u odvodu I, II, aVL, aVF ili V4–V6 u barem dva odvoda susedne grupe (I, aVL; V1–V6; II, III, aVF).*
R zubac $\geq 0,04$ sek. u V1–V2 i R/S ≥ 1 sa konkordantno pozitivnim T talasom u odsustvu poremećaja provođenja

*Isti kriterijumi se koriste i za dodatne odvode V7–V9

nekih pacijenata može biti prisutan samo gubitak ili smanjenje prekordijalne progresije R zupca. Zna se da u normalnim okolnostima prekordijalni odvodi pokazuju progresivno povećanje u visini R zupca od V1 do V5.⁵

Čak i u odsutnosti značajnih Q zubaca slaba progresija R zubaca može označavati anteriorni infarkt. Slaba progresija R zupca nije specifična za dijagnozu anteriornog infarkta. Takođe se može videti kod hipertrofije desne komore, kod pacijenata sa hroničnom plućnom bolesti i možda najčešće pri nestručnom postavljanju elektroda.

Posteriorni infarkt

Posteriorni infarkt tipično je posledica okluzije desne koronarne arterije. Zbog toga što nijedan konvencionalni odvod ne leži iznad posteriornog zida, postavljanje dijagnoze zahteva pronalazak recipročnih promena na anteriornim odvodima.

Drugim rečima, s obzirom da ne možemo tražiti elevaciju ST segmenta i Q zupca na nepostojećim posteriornim odvodima, moramo tražiti depresiju ST segmenta i visoke R zupce na anteriornim odvodima, posebno u odvodu V1. Posteriorni infarkti su „slike u ogledalu“ anteriornih infarkta na EKG-u.⁹

Infarkti miokarda bez Q zubaca

Nemaju svi infarkti miokarda Q zupce. Ranije se mislilo da je za nastanak Q zubaca potrebno da infarkt zahvati celu debljinu zida miokarda, dok je odsutnost Q zubaca dokaz da je samo unutrašnji sloj miokarda, subendokard, zahvaćen. Zbog toga se govorilo o transmuralnim i subendokardijalnim infarktima.

Ipak, patološke studije nisu pronašle velike korelacije između nastanka Q zubaca i činjenice da li je infarkt transmuralni ili subendokardni. Neki transmuralni infarkti ne razvijaju Q zupce, dok neki subendokardni infarkti razvijaju Q zupce. Zbog ovoga je napuštena stara terminologija, iako je bila deskriptivna, i uvedena nova koja opisuje „infarkte sa Q zupcima“, i „infarkte bez Q zubaca.“² Jedine EKG promene koje se vide u infarktu bez Q zubaca su inverzija T talasa i depresija ST segmenta. Znamo da infarkti bez Q zubaca imaju nižu inicijalnu sto-

Tabela 3. Česte EKG zamke u dijagnozi infarkta miokarda. Third universal definition of myocardial infarction, Kristian Thygesen, Joseph S. Alpert, Allan S. Jaffe, Maarten L. Simoons, Bernard R. Chaitman and Harvey D. White: the Writing Group on behalf of the Joint ESC/ACCF/AHA/WHF Task Force for the Universal Definition of Myocardial Infarction European Heart Journal (2012).

Lažno pozitivni
Sindrom rane repolarizacije
Blok leve grane
Sindrom preeksitacije-WPW sindrom
Sindrom elevacije J tačke, npr. Brugada sindrom
Peri-/miokarditis
Embolija pluća
Subarahnoidalna hemoragija
Metabolički disbalans, npr. hiperkalijemija
Kardiomiopatije: opstruktivna, dilatativna, „stres“-Takotsubo
Transpozicija odvoda
Holecistitis
Malpozicija prekordijalnih EKG elektroda
Triciklični antidepresivi ili fenotiazidi
Lažno negativni
Raniji infarkt miokarda sa Q zupcem i/ili perzistentna ST elevacija (aneurizma leve komore)
Pejsing desne komore
Blok leve grane

pu smrtnosti i viši rizik za kasnije infarkte i smrtnost nego infarkti s Q zupcima.⁴

Prethodni infarkt miokarda

Kao što je prikazano u tabeli br. 3, Q zupci ili QS kompleksi u odsustvu drugih mogućih QRS zamki su patognomonični za postojanje ranijeg infarkta miokarda kod pacijenata sa ishemijskom bolesti srca.

Specifičnost EKG dijagnoze infarkta miokarda je najveća kada postoji Q zubac u više odvoda ili grupa odvoda. Kada su Q zupci udruženi sa devijacijom ST segmenta ili promenama T talasa u istim odvodima, verovatnoća postojanja infarkta miokarda je veća. Na primer, mali Q zupci $\geq 0,02$ sec i $< 0,3$ sec koji su $\geq 0,1$ mV dubine upućuju na raniji infarkt miokarda, naročito ako su udruženi sa inverznim T talasima u istoj grupi odvoda.¹³

Svaki Q zubac u odvodima V2–V3 $\geq 0,02$ sec ili QS kompleks u odvodima V2 i V3 Q zubac $\geq 0,03$ sec i $\geq 0,1$ mV dubok ili QS kompleks u odvodu I, II, aVL, aVF ili V4–V6 u barem dva odvoda susedne grupe odvoda (I, aVL; V1–V6; II, III, aVF).*

R zubac $\geq 0,04$ sek. u V1–V2 i R/S ≥ 1 sa konkordantno pozitivnim T talasom u odsustvu poremećaja provođenja.

* Isti kriterijumi se koriste i za dodatne odvode V7–V9

Slika 13. Anteriorni infarkt sa slabom progresijom R zupca u prekordijumu. Goer-tch M. Myocardial nfarction.U: The ECG. A Two-Step Approach to Diagnosis. Springer-Verlag Heidelberg New York. 2004;167-186.

Slika 14. Postupak analize EKG-a kod elevacije ST segmenta u inferiornim odvodima

Asimptomatski infarkt miokarda (nemi infarkt miokarda)

Infarkt miokarda kod asimptomatskih pacijenata, kod kojih se registruje novi patološki Q zubac tokom rutinskog EKG-a ili koji se ne može direktno pripisati koronarnim revaskularizacionim procedurama, označava se kao „nemi IM“. 48–51

Prema studijama, nemi infarktni Q zubac se javlja u 9–37 % slučajeva od svih nefatalnih infarkta miokarda i udružen je sa značajnim porastom smrtnosti.²

Prinzmetalova angina

Samo je jedan tip angine povezan s elevacijom ST segmenta. Dok se tipična angina pojavljuje pri naporu i rezultat je progresivne aterosklerotske kardiovaskularne bolesti. Prinzmetalova angina može se pojaviti bilo kada i u mnogih je pacijenata rezultat spazma koronarne arterije. Pretpostavlja se da je elevacija ST segmenta odraz reverzibilne transmuralne lezije. Konture ST segmenta često neće imati zaokruženi, kupolasti izgled kao kod pravog infarkta, i ST segment će se brzo vraćati na osnovnu liniju kada se pacijentu da nitroglicerina.⁷ Pacijente s Prinzmetalovom anginom zapravo delimo u dve

grupe: one bez aterosklerotske bolesti kojima se bol javlja samo zbog spazma koronarne arterije i one sa aterosklerotskom bolesti koji mogu i ne moraju dodatno imati spazam. EKG ne pomaže u razlikovanju ovih grupa.

STEMI MIMIKRIJE – Stanja koja otežavaju EKG dijagnozu infarkta miokarda

Sindrom preekscitacije, opstruktivna, dilatativna i „stress“ kardiomiopatija, miokardna amiloidoza, blok leve grane, prednje levi hemiblok, hipertrofija leve komore, hipertrofija desne komore, miokarditis, akutno plućno srce i hiperkalemija mogu zvesti kliničare u postavljanju prave dijagnoze. Embolija pluća, intrakranijalni procesi, elektrolitne abnormalnosti, hipotermija, peri-/miokarditis takođe mogu rezultirati ST-T abnormalnostima, te bi ih diferencijalno dijagnostički trebalo razmotriti.^{10,11}

Dijagnozu infarkta miokarda je posebno teško postaviti kada postoji BLG. Međutim, postojanje konkordantne elevacije ST segmenta ili upoređivanjem sa prethodnim EKG-om, kao i analiziranje po Sgarbosa kriterijumima može biti od koristi kod utvrđivanja postojanja akutnog infarkta miokada u tim okolnostima.

Kod pacijenata sa blokom desne grane ST-T abnormalnosti koje postoje u odvodima V1–V3 predstavljaju

Slika 16. Prinzmetalova angina s elevacijom ST segmenta Goertch M. Myocardial infarction. U: The ECG. A Two-Step Approach to Diagnosis. Springer-Verlag Heidelberg New York. 2004;167-186.

Slika 17. Različiti oblici ST elevacije. Goldberger AL.: Clinical Electrocardiography A Simplified Approach. 7th ed. Mosby, Elsevier;2006.

poteškoće u proceni ishemijskih promena u tim odvodima. Međutim, kada se ustanovi novonastala ST elevacija ili postojanje Q zupca trebalo bi razmotriti miokardnu ishemiju ili infarkt.

Postojanje QS kompleksa u odvodu V1 je normalan. Q zubac < 0,03 sec i < 25 % od amplitude R zupca u odvodu III je normalan kod frontalne QRS osovine između -30° i 0° stepeni. Q zubac može takođe biti normalan u aVL odvodu ako je frontalna QRS osovina između 60° i 90° stepeni. Septalni Q zubac je mali, nepatološki Q zupci su < 0,03sek i <25 % amplitude R zupca u odvodima I, aVL, i V4-V6.

EKG abnormalnosti koje mogu imitirati miokardnu ishemiju ili infarkt miokarda prikazane su u tabeli 5. U literaturi se mogu naći pod imenom STEMI mimikrije.

STEMI ekvivalenti

Aktuelne preporuke Evropskog udruženja kardiologa (ESC) iz 2012. godine za lečenje pacijenata sa infarktom miokarda i perzistentnom ST elevacijom pored hitne reperfuzije za pacijente sa ishemijskim simptomima i perzistentnom ST elevacijom ili novonastalim blokom leve grane (LBBB)¹⁷, preporučuju i sagledavanje pacije-

nata sa atipičnim EKG prezentacijama koje zaslužuju brzo delovanje. Tu spadaju:

1. LBBB
2. Ventikularni ritam pace makera
3. Pacijenti sa perzistentnim ishemijskim simptomima bez EKG dinamike
4. Izolovani infarkt posteriornog zida
5. ST-segment elevacija u odvodu aVR

Zahvaljujući tome smanjuje se mogućnost propusta u identifikaciji **potencijalno razornih** oblika infarkta koji se mogu prilično suptilno prezentovati bez klasične ST elevacije. Time je zbrinjavanje pacijenata sa infarktom miokarda značajno unapređeno čime je sprečeno veće propadanje miokarda.

Britansko udruženje kardiologa skreće posebnu pažnju na STEMI ekvivalente nazivajući njima one pacijente koji se ne prezentuju klasičnim EKG promenama, ali imaju akutnu okluziju koronarnih arterija¹⁵. Kao STEMI ekvivalente izdvajaju:

1. Elevaciju u odvodu aVR-Okluzija glavnog stabla
2. LBBB po Sgarbossa kriterijumima
3. Izolovani infarkt zadnjeg zida (PMI)

Literatura

- Otto LA, Aufderheide TP. Evaluation of STE criteria for the pre-hospital electrocardiographic diagnosis of acute myocardial infarction. *Ann Emerg Med* 1994;23:17–24.
- Kristian Thygesen, Joseph S. Alpert, Allan S. Jaffe, Maarten L. Simoons-Schouten, Bernard R. Chaitman and Harvey D. White: the Writing Group on behalf of the Joint ESC/ACCF/AHA/WHF Task Force for the Universal Definition of Myocardial Infarction Third universal definition of myocardial infarction, *European Heart Journal* (2012) 33, 2551–256
- Brady WJ, Syverud SA, Beagle C, et al. Electrocardiographic STE: the diagnosis of AMI by morphologic analysis of the ST segment. *Acad Emerg Med* 2001;8:961–7.
- Peter J. Zimetbaum, M.D., and Mark E. Josephson, M.D. Use of the Electrocardiogram in Acute Myocardial Infarction *N Engl J Med* 2003;348:933–40.
- Sgarbossa EB, Birnbaum Y, Parrillo JE. Electrocardiographic diagnosis of acute myocardial infarction: Current concepts for the clinician. *Am Heart J* 2001; 141: 507–17.
- Pavlović M, Koraćević G et al. Vasospastic angina pectoris complicated by acute myocardial infarction and complete atrioventricular block. *Vojnosanit Pregl.* 2011 Jul;68(7):611–5.
- Klatsky AL, Oehm R, Cooper RA, et al. The early repolarization normal variant electrocardiogram: correlates and consequences. *Am J Med* 2003;115:171–7.
- Y.L. Gu, T. Svilaas, I.C.C. van der Horst, and al. Conditions mimicking acute ST-segment elevation myocardial infarction in patients referred for primary percutaneous coronary intervention. *Neth Heart J.* Oct 2008; 16(10): 325–331.
- Brady WJ, Adams M, Burry SD, et al. The impact of the 12-lead ECG on ED evaluation and management. *Acad Emerg Med* 2002;40:S47.
- Brady WJ. ST Segment and T Wave Abnormalities Not Caused by Acute Coronary Syndromes. *Emerg Med Clin N Am* 2006; 24:91–111
- Elsman P, Alleman MA, Zijlstra F. Clinical presentations mimicking acute myocardial infarction; therapeutic pitfalls. *Ned Tijdschr Geneesk* 1998;142:1057–60.
- Sgarbossa EB, Pinski SL, Barbagelata A, et al. Electrocardiographic diagnosis of evolving acute myocardial infarction in the presence of left bundle branch block. *N Engl J Med* 1996;334:481–7.
- Miller DH, Kligfield P, Schreiber TL, et al. Relationship of prior myocardial infarction to false-positive electrocardiographic diagnosis of acute injury in patients with chest pain. *Arch Intern Med* 1987;147:257–61.
- Hackworthy RA, Vogel MB, Harris PJ. Relationship between changes in ST-segment elevation and patency of the infarct-related coronary artery in acute myocardial infarction. *Am Heart J* 1986;112:279–88.
- Amardeep Dastidar-STEMI Equivalent: Are we missing the STE-MIs? *BCS Editorial*-07 August 2013
- Brugada P, Brugada J. Right bundle branch block, persistent ST segment elevation and sudden cardiac death: a distinct clinical and electrocardiographic syndrome. *J Am Coll Cardiol* 1992;20:1391–6
- ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation The Task Force on the management of ST-segment elevation acute myocardial infarction of the European Society of Cardiology (ESC) *European Heart Journal* (2012) 33, 2569–2619

Abstract

Electrocardiographic determination of myocardial infarction with ST-segment elevation

Dužanka Kutlešić Kurtović Apostolović, Milan Pavlović, Marko Lazović, Lazar Todorović, Goran Koraćević, Miomir Randjelović, Milan Zivković, Sonja Martinović Salinger, Emina Dimitrijević, Dragana Stanojević, V. Mitić, Vesna Atanasković, Vladimir Stojanović

Clinic for Cardiovascular Diseases, Clinical Center Niš

Electrocardiogram (ECG) is an integral part of the diagnostic protocol for patients with suspected myocardial infarction and it should be done in a short period of onset of symptoms (optimally within the first 10 minutes). In addition to the standard, additional leads, should always be considered in patients who present with ischemic chest pain and non diagnostic initial ECG (V7, V8, V9 and right precordial leads). Due to the dynamic nature of the process a serial or continuous monitoring of ECG leads is needed. Based on the localization of ECG changes we can determine localization of myocardial infarction and probable "infarct artery". In peracute phase of myocardial infarction, T waves become tall and narrow. These T waves are often called hyperacute T waves. Shortly thereafter they become inverted. Elevation or depression of the ST segment is another change that happens in the evolution of acute myocardial infarction. ST segment elevation indicates that the lesion is serious or injury of myocardium. Prolonged ST segment elevation (> 20 min), especially when associated with reciprocal ST depression, usually reflects an acute occlusion of the coronary artery that results in myocardial necrosis. The appearance of new Q waves indicate irreversible myocyte death. Not all Q are signs of the myocardial infarction. Previously it was thought that the occurrence of Q wave indicates that necrosis is transmural. However, pathological studies have found high correlation between the occurrence of Q wave and the fact that there is either a sub-endocardial or transmural infarction. Because this is an abandoned old terminology, although it was descriptive, a new one was introduced describing "the Q wave infarction" and "myocardial infarction without Q wave". But by itself, the ECG is insufficient for the diagnosis of acute myocardial ischemia or myocardial infarction due to that the deviation of the ST segment exist in other pathological conditions. ECG should be interpreted within the overall clinical picture.

Keywords: ECG, myocardial infarction, ST elevation