

# NEINVAZÍVNA DIAGNOSTIKA PORÚCH SRDCOVÉHO RYTMU

Pavel Kmeč

Oddelenie funkčnej diagnostiky, Stredoslovenský ústav srdcových a cievnych chorôb, Banská Bystrica

Základnou úlohou neinvazívnej kardiológie v arytmológii je zhodnotenie funkcie ľavej komory, detekcia arytmogénneho substrátu, hodnotenie spúšťacích faktorov elektrickej instability a vplyvu autonómneho nervového systému na srdcovú činnosť. Na posúdenie prítomnosti srdcového ochorenia, ktoré arytmiu vyvolalo, je základnou metódou echokardiografia.

**Kľúčové slová:** echokardiografia, Holterovo monitorovanie EKG, markery náhlejšej srdcovej smrti.

## NON-INVASIVE DIAGNOSTICS OF CARDIAC RHYTHM DISTURBANCES

The elementary aim of non-invasive cardiology within arrhythmology is the evaluation of left ventricular function, arrhythmogenic substrate detection, evaluation of the electrical cardiac instability triggering factors and influence of the autonomic nervous system on the heart activity. Echocardiography represents the essential method to evaluate the presence of underlying cardiac disease, leading to arrhythmias.

**Key words:** echocardiography, ECG Holter monitoring, markers of sudden cardiac death.

Via pract., 2008, roč. 5 (6): 246–248

### Vznik arytmií

Arytmie vznikajú následkom **poruchy vzniku impulzu** alebo **jeho vedenia** abnormálnymi cestami a smermi v srdcovom tkanive, prípadne kombináciou oboch mechanizmov. Rozhodujúci význam má stupeň poškodenia srdcového tkaniva – arytmogénny substrát a jeho neurovegetatívna tonizácia – modulácia.

Na vzniku tachyarytmie sa podieľajú **tri hlavné zložky**:

- arytmogénny substrát,
- modulujúce faktory,
- vyvolávajúce faktory (1).

### Neinvazívne diagnostické metódy

V neinvazívnej diagnostike porúch **srdcového rytmu** majú rozhodujúci význam nasledovné metódy: echokardiografia, štandardná 12-zvodová elektrokardiografia, kontinuálny 24 – 48 hod. záznam EKG (Holterovo monitorovanie), hodnotenie variability srdcovej frekvencie, senzitivity baroreflexu, detekcia neskorých komorových potenciálov, záťažové testy.

### Transtorakálna echokardiografia

**Transtorakálna echokardiografia** je v kardiologickej diagnostike základnou neinvazívnou vyšetrovacou metódou. Umožňuje posúdiť veľkosť srdcových oddielov, systolickú a diastolickú funkciu v oboch srdcových oddieloch, zhodnotiť pľúcnu hypertenziu, ischemickú chorobu srdca (IChS), kardiomyopatiu, chlopňové chyby, ochorenia perikardu.

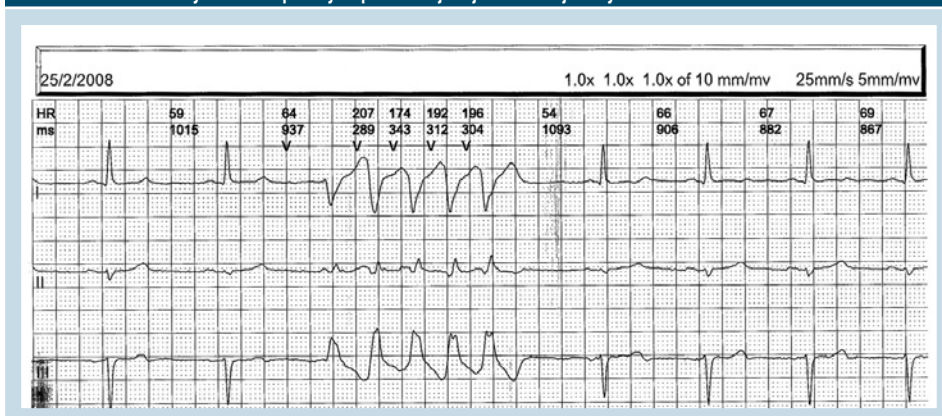
V hodnotení globálnej systolickej funkcie ľavej komory (LK) má rozhodujúci význam stanovenie ejekčnej frakcie (EF). EF sa vypočíta ako pomer rozdielu EDV-ESV/EDV v percentách (norma podľa Teichholza je  $66 \pm 8 \%$ ).

Tabuľka 1. Abnormálne nálezy pri ambulantnom monitorovaní EKG.

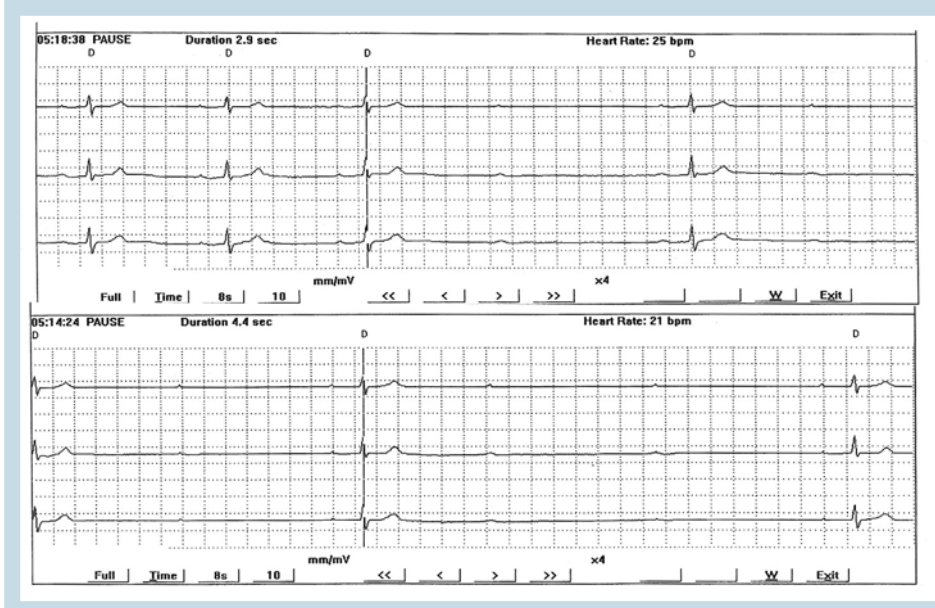
EKG parameter	vek/roky	abnormálny nález
Srdcová frekvencia	> 40	priemerná fr < 40/min
Pauzy	< 40	> 2000 ms
	> 40	> 1750 ms
AV blokáda	všetci	všetky stupne AV blokad
Izolované SVES	20 až 40	nad 10 SVES/24hod
	40 – 60	nad 100 SVES/24hod
	> 60	> 1000 SVES/24hod
Komplexné SVES	všetci	> 2 typy SVES
	< 50	PSVT
	> 50	> 2 epizódy PSVT/24hod
	> 50	> 10 úderov v epizóde PSVT
Izolované KES	< 50	100 KES/24hod
	> 50	200 KES/24hod
Komplexné KES	všetci	> 2 rôzne typy KES
	všetci	KES bigemínia
	všetci	fenomén R/T
	všetci	komorová tachykardia
	< 50	kuplety KES

**Vysvetlivky:** SVES – supraventrikulárne extrasystoly; KES – komorové extrasystoly; PSVT – paroxyzmálna supraventrikulárna tachykardia.

Obrázok 1. Holterovský záznam epizódy nepretrvávajúcej komorovej tachykardie.



Obrázok 2. Holterovský záznam asystolickej pauzy pri AV blokáde III. stupňa u symptomatického pacienta.



Prítomnosť dysfunkcie ĽK s poklesom **EF pod 35 %** je závažným rizikovým faktorom náhlej srdcovej smrti. Hodnotenie regionálnej funkcie ĽK je kľúčové u pacientov s ICHS, u ktorých poruchy kinetiky ĽK môžu odhaliť akútnu alebo chronickú hypoperfúziu myokardu, prípadne stav po prekonanom infarkte myokardu (IM) s fibrózou steny. Na dôkaze segmentárnych porúch kinetiky je založená záťažová echokardiografia (2).

#### Transezofágová echokardiografia

**Transezofágová echokardiografia (TEE)** umožňuje detailnejšie posúdiť morfológiu ľavej predsene, funkciu uška ľavej predsene, morfológiu medzิปredsieňového septa, prietok pľúcnyimi žilami a má vysokú senzitivitu a špecifickosť v detekcii trombov ľavej predsene. TEE sa robieva pred elektrokardioverziou s cieľom vylúčiť trombus v ušku ľavej predsene.

Prítomnosť štruktúrného poškodenia srdca na základe echokardiografie má aj terapeutický význam. Môže pomôcť pri rozhodovaní medzi kontrolou rytmu a frekvencie a taktiež v určení nutnosti antitrombotickej profylaxie (4).

Podľa Framinghamskej štúdie sú veľkosť ľavej predsene, frakcionované skrátenie ľavej komory a súčet hrúbky interventrikulárneho septa a zadnej steny ľavej komory nezávislé prediktory nereumatickej fibrilácie predsiení (4).

Echokardiografia umožňuje posúdiť stupeň a závažnosť poškodenia srdcového tkaniva – arytmogénny substrát (hypertrofia myokardu, fibróza). Dôležité je zhodnotenie globálnej systolickej funkcie ĽK stanovením EF.

#### Ambulantné monitorovanie EKG (Holterovo monitorovanie)

**Kontinuálny záznam elektrokardiogramu** ako diagnostickú metódu zaviedol v šesťdesiat

tych rokoch minulého storočia Norman Holter. Kontinuálny záznam EKG sa robí počas 24 až 48 hodín, s použitím novších snímačov v časových úsekoch do 5 dní.

Viacanálový záznam EKG umožňuje presnejšie posúdenie morfológie EKG krivky.

**Indikácie Holterovho monitorovania pri arytmiách (5):**

- detekcia a kvantifikácia arytmií;
- objektivizácia symptómov – palpitácia, závrat, synkopa, ktoré môžu byť spôsobené arytmiou, a ich korelácia s EKG nálezmi;
- sledovanie variability srdcovej frekvencie a porúch srdcového rytmu;
- neinvazívne hodnotenie a sledovanie niektorých elektrofyziológických dejov a parametrov ako sú: mechanizmy spustenia a ukončenia arytmie, modulujúci vplyv autonómneho nervového systému pri vzniku, udržovaní a ukončení arytmie, frekvenčná závislosť arytmií, odhad elektrofyziológických vlastností normálnych a akcesórnych vodivých dráh;
- hodnotenie účinnosti antiarytmickej liečby (antiarytmiká, katérová ablácia, stavy po operáciách srdca);
- indikácie implantácie kardiostimulátora a kontrola jeho funkcie.

Abnormálne nálezy pri ambulantnom monitorovaní EKG sú uvedené prehľadne v tabuľke 1. Uvedené nálezy sa všeobecne považujú za abnormálne, niektoré z nich najmä AV blokádu I. a II. stupňa (Wenckebachovho typu) možno za určitých okolností považovať za normálny nález ako prejav vagotónie u mladých ľudí. Pri takomto náleze je nutné celkové zhodnotenie stavu v kontexte s ostatnými nálezmi. Na obrázku 1 je Holterovský záznam epizódy nepretrvávajúcej komorovej tachykardie, na

obrázku 2 je Holterovský záznam asystolickej pauzy pri AV blokáde III. stupňa.

Výsledky Holterovho monitorovania sa posudzujú v súvislosti **s diagnostikou synkopy nejasej etiológie a arytmiou**. Zhoda symptómov a nálezu arytmie na EKG sa udáva od 1 do 20 %, 17 až 47 % pacientov má symptómy bez patologického nálezu na EKG, asymptomatické arytmie sa objavujú u 15 % pacientov. V súčasnosti sa na dlhodobé monitorovanie EKG používajú **slučkové záznamníky (loop recorders)** a implantabilné záznamníky ILR (*implantable loop recorder*). Indikáciou na ich zavedenie sú suspektné arytmie ako príčiny symptómov (palpitácie, závraty, presynkopa, synkopy), pokiaľ ostatné komplexné vyšetrenie bolo negatívne. Pri vyšetrení synkopy majú slučkové záznamníky vyššiu výťažnosť ako klasické Holterovo monitorovanie (6).

#### Markery a stratifikácia náhlej srdcovej smrti

Náhla srdcová smrť (NSS) sa uvádza ako najčastejšia príčina smrti u ľudí s kardiovaskulárnymi ochoreniami, predovšetkým s koronárnou chorobou. Ak vynecháme akútnu fázu infarktu myokardu, na náhodne zachytených Holterovských záznamoch s fibriláciou komôr ako príčinou NSS sa **komorová tachykardia (KT)** zachytila ako predchádzajúca komorovej fibrilácii u viac ako 80 % pacientov. KT je teda závažný rizikový marker NSS (7).

Medzi **neinvazívne metódy stratifikácie rizika NSS** patrí:

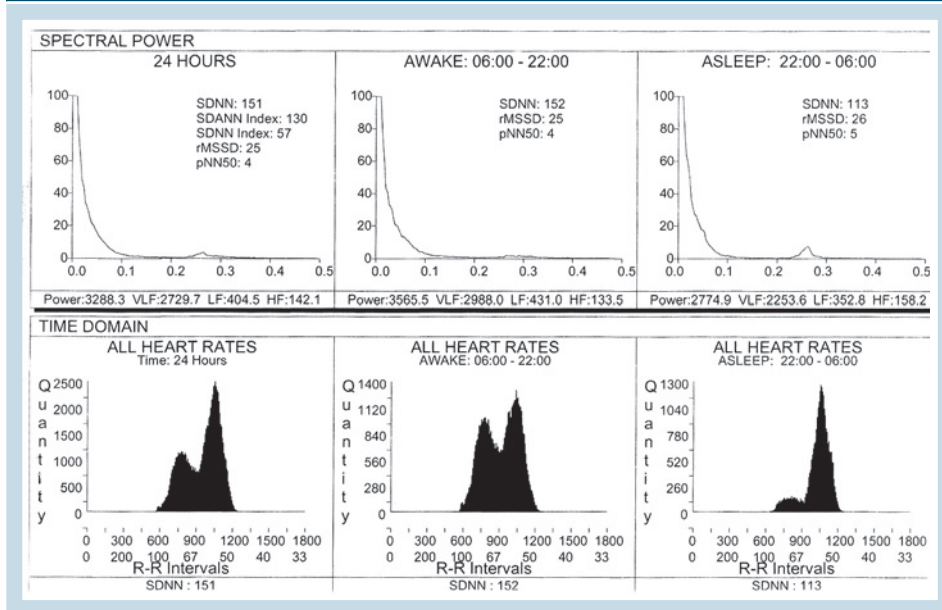
- zhodnotenie funkcie ĽK a posúdenie EF ĽK;
- detekcia arytmogénneho substrátu – prítomnosť ICHS, jazva po IM, prítomnosť neskorých komorových potenciálov;
- elektrická instabilita, výskyt KES, nepretrvávajúcej KT, alternans T vlny, disperzia QT intervalu;
- zhodnotenie vplyvu autonómneho nervového systému na srdcovú činnosť – variabilita srdcového rytmu, senzitivita baroreflexu, turbulencia srdcového rytmu.

Základnou invazívnou vyšetrovacou metódou je **programovaná komorová stimulácia (PKS)**.

**Funkcia ĽK** je jedným z najdôležitejších samostatných a nezávislých prediktorov mortality u pacientov s KT. V súčasnosti za kritickú hranicu sa považuje hodnota EF ĽK 35 %. EF sa má preto vyšetriť u všetkých pacientov s komorovou tachykardiou.

**Neskoré komorové potenciály (NKP)** sa detekujú metódou spriemerovaného zosilneného EKG záznamu. Sú markerom spomaleného a frakcionovaného vedenia v určitých oblastiach myokardu. Takéto elektrofyziológické pomery vytvárajú vhodný substrát na vznik reentry fenoménu. NKP sa prejavujú ako nízko amplitúdové vysokofrekvenčné signály v terminálnej časti QRS komplexu variabilného

Obrázok 3. Záznam variability srdcovej frekvencie (spektrálna a časová analýza).



trvania. Veľkým prínosom je ich vysoká negatívna prediktívna hodnota v inducibilite KT a predikcii NSS u pacientov po IM.

Hodnotia sa tri parametre:

- trvanie filtrovaného QRS > 114 ms je patologické;
- RMS (root mean square) – druhá odmocnina priemernej hodnoty voltáže terminálnych 40 ms, hodnota RMS 40 < 20 uV je patologická;
- trvanie terminálnej časti QRS, ktorej amplitúda je < 40 uV – LAS (low amplitude signal), LAS > 38 ms je patologické.

Pre prítomnosť NKP svedčí nález aspoň dvoch patologických hodnôt (8).

**Elektrická instabilita** – prítomnosť KES je prognostickým znakom zvýšeného rizika NSS u pacientov s ICHS po prekonanom IM. Bolo preukázané, že výskyt KES > 10 hod. vedie u uvedených pacientov k zvýšenému riziku NSS. Prítomnosť nepretrvávajúcej KT u pacienta s dysfunkciou ĽK po IM je indikáciou na PKS.

Alternans T vlny (TWA – T wave alternans) je variácia ST – T úsekov v jednom alebo viacerých zvodoch EKG. Tento marker má najmä u pacientov s ICHS vysokú negatívnu prediktívnu hodnotu (99 %), a tak umožňuje identifikovať skupinu pacientov s veľmi nízkym rizikom (9).

Výšetrenie QT intervalu, disperzia QT – trvanie a zmeny intervalu QT sa zatiaľ nepovažujú za vhodný stratifikačný rizikový marker u pacientov s ICHS.

### Hodnotenie vplyvu autonómneho nervového systému na srdcovú činnosť

**Variabilita srdcovej frekvencie**, spôsobená predovšetkým parasimpatikom, odráža kolísanie RR intervalov na zázname EKG. Jej význam vychádza

z pozorovania, že pacienti so sympatikotóniou majú väčší sklon ku komorovej fibrilácii ako pacienti s vagotóniou. Typická krivka 24 hod. variability, hodnotená spektrálnou analýzou, má tri vlny – sprostredkované termoreguláciou, baroreflexom a respiráciou. V klinickej praxi využívame časovú analýzu variability frekvencie srdca stanovením SDNN (smerodajná odchýlka všetkých RR intervalov). Hodnota SDNN < 50 ms je markerom zvýšeného rizika NSS u pacientov s ICHS (10). Záznam variability srdcovej frekvencie dokumentuje obrázok 3.

**Senzitivita baroreflexu (BRS – baroreflex sensitivity)** udáva veľkosť zmeny RR intervalov v ms pri zvýšení TK o 1 mmHg. Pokles BRS < 3mmHg-1 u pacientov s ICHS a dysfunkciou ĽK je markerom zvýšeného rizika NSS (11).

**Turbulencia srdcového rytmu (HRT – heart rate turbulence)** je oscilácia RR intervalov nasledujúcich po KES. Odráža zmeny aktivity parasimpatiku a mechanizmus jeho vzniku je úzko spojený s baroreflexom.

### Literatúra

1. Allesie MA, Schalij MJ, Kirchof JS et al. Experimental electrophysiology and arrhythmogenicity. Eur Heart J 1989; 10: 2–8.
2. Linhart A. Hodnocení struktury a globální systolické funkce ĽK. In: Niederle P a kol. Echokardiografie 1.díl. Triton Praha 2002: 146–166.
3. Silverman DI, Manning WJ. Role of Echocardiography in Patients Undergoing Elective Cardioversion of Atrial Fibrillation. Circulation 1988; 98: 479–486.
4. Vaziri SM, Larson, Benjamin EJ, Levy D. Echocardiographic predictors of nonrheumatic atrial fibrillation: the Framingham Heart Study. Circulation 1994; 89: 724–730.
5. Weidemann H. Langzeit-Elektrokardiographie. In: Reindell H et al. Funktionsdiagnostik des gesunden und kranken Herzens. Georg Thiem Verlag Stuttgart 1988: 66–93.
6. Sivakumaran S, Krahn AD, Krein GJ et al. A prospective randomized comparison of loop recorders versus Holter monitors in patients with syncope or presyncope. Am J Med 2003; 115: 1–5.
7. Priori SG, Aliot E, Blomstrom-Lundqvist V, et al. Task Force on Sudden cardiac death of the European Society of Cardiology. Eur Heart J 2001; 22: 1374–1450.
8. Breithard G, Cain ME, El-Sherif N, et al. Standards for analysis of ventricular late potentials using high resolution of signal averaged electrocardiography. J Am Coll Cardiol 1991; 16: 999–1006.
9. Ikeda T, Kato T, Ozawa Z, et al. Usefulness of T – wave alternans as a predictor for sudden cardiac death after myocardial infarction. Am J Cardiol 2002; 89: 79–82.
10. LaRovere MT, Bigger JT, Marcus FI, et al. Baroreflex sensitivity and heart rate variability in prediction of total cardiac mortality after myocardial infarction. Lancet 1998; 351: 478–484.
11. LaRovere MT, Pinna GD, Hohnloser SH, et al. Baroreflex sensitivity and heart rate variability in the identification of patients at risk for life – threatening arrhythmias: implication of clinical trials. Circulation 2001; 103: 2072–2077.
12. Křivan L, Kozák M, Sepší M, et al. Využití turbulence srdečního rytmu v rizikové stratifikaci nemocných po prodeleném infarktu myokardu. Cardiol 2005; 14: 219–224.

Po bežnej KES dochádza vplyvom kompenzačnej pauzy k poklesu srdcovej frekvencie, za ktorou nasleduje včasná akcelerácia srdcového rytmu. HRT je determinovaná nástupom turbulencie (TO – turbulence onset), čiže rýchlou akceleráciou srdcového rytmu bezprostredne po KES a strmou poklesu (TS – turbulence slope) – pomalá decelerácia srdcového rytmu. Tento fyziologický reflex môže byť oslabený u pacientov po IM s poklesom vagovej aktivity na myokard. Patologické hodnoty sú TO > 0 % a TS < 2,5 ms RR-1 (12).

Je nutné konštatovať, že zatiaľ nie je možné používať markery rizikovosti pomocou neinvazívnej elektrofyziológie rutinne na skrining populácie a že vo väčšine prípadov je pre ďalší osud pacienta rozhodujúca negatívna prediktívna hodnota týchto znakov, teda málo rizikový pre NSS sú jedinci, u ktorých sa uvedené znaky nevyskytujú.

### Záver

V patogeneze tachyarytmii má rozhodujúci význam stupeň poškodenia srdcového tkaniva – arytmogénny substrát a jeho neurovegetatívna tonizácia – modulácia. Základnou úlohou neinvazívnej kardiológie je zhodnotenie funkcie ĽK, detekcia arytmogénneho substrátu, zhodnotenie spúšťacích faktorov elektrickej instability a vplyvu autonómneho nervového systému na srdcovú činnosť. Echokardiografia môže rozhodnúť o tom, či sa komorové arytmie objavujú u pacientov s normálnou funkciou ĽK alebo majú jasný morfológický substrát. Pacienti s ICHS, predovšetkým po prekonanom IM, tvoria vysoko rizikóvu skupinu ohrozenú NSS, ktorú treba podrobiť rizikovej stratifikácii.



**MUDr. Pavel Kmeč**

Stredoslovenský ústav srdcových a cievnych chorôb  
Nám. L. Svobodu 1  
974 01 Banská Bystrica  
e-mail: kmecc@ssusch.sk