

# Optimalizovaná současná antitachykardická programace implantabilních kardioverterů-defibrilátorů

Lukáš Krýže, Domenico Grieco, Josef Kautzner, Kamil Sedláček

Klinika kardiologie IKEM, Praha

Z velkých randomizovaných kontrolovaných studií vyplývá, že implantabilní kardiovertery – defibrilátory (ICD) významně snižují mortalitu pacientů s vysokým rizikem náhlé srdeční smrti. I přes současné technologické pokroky jsou pacienti s ICD zatíženi rizikem neadekvátních výbojů pro jinou než život ohrožující arytmií. Výboje jsou pro pacienty nepříjemné, snižují kvalitu jejich života a mohou vyvolat jiné potenciálně závažné arytmie. Většina neadekvátních a zbytečných intervencí ICD je způsobena příliš konzervativní programací, která je ošetřujícím lékařem často ponechána v podobě přednastavené antitachykardické terapie od výrobce. V tomto přehledu představujeme aktuální znalosti a doklady o možnostech programace ICD vedoucích ke snížení rizika neadekvátních a zbytečných výbojů při zachování bezpečnosti a prospěchu pro pacienty.

**Klíčová slova:** implantabilní kardioverter – defibrilátor, programace, neadekvátní výboje.

## Optimized current antitachycardia programming of implantable cardioverter-defibrillators

Previous randomized controlled trials have shown that the implantable cardioverter-defibrillator (ICD) provides a significant mortality reduction in patients at high risk of sudden cardiac death. Despite technological advances, ICD patients still face a high incidence of therapies delivered for causes other than life-threatening ventricular arrhythmias. These unnecessary and inappropriate therapies, apart from being painful and psychologically disturbing, may also result in fatal tachyarrhythmias. A high proportion of unnecessary and inappropriate shocks is the result of a conservative and aggressive ICD programming. In this review we focus on recent evidences related to ICD programming and reduction of unnecessary/inappropriate therapies and propose ways to rational and evidence-based ICD programming of ICDs that can effectively reduce the number of unnecessary and/or inappropriate therapies and maximize benefit from this highly successful therapy.

**Key words:** implantable cardioverter-defibrillator, programming, inappropriate therapy.

Interv Akut Kardiol 2013; 12(1): 21–26

## Úvod

Implantabilní kardiovertery-defibrilátory (ICD) prokazatelně zlepšují přežití vysoce rizikových pacientů v primární a sekundární prevenci náhlé srdeční smrti (1, 2, 3, 4, 5, 6). I přes technologický pokrok a dostupnost sofistikovaných algoritmů, jejichž cílem je rozlišení život ohrožujících arytmií od těch méně závažných, se výskyt neadekvátních a zbytečných intervencí ve velkých studiích blíží 25 % (7, 8). Cílem tradiční programace ICD je časné rozpoznání a terapie život ohrožujících komorových arytmií doprovázených synkopou, hemodynamickou nestabilitou nebo oběhovým zhroutilím. Cenou za proaktivní agresivní programaci antitachykardické terapie je však zvýšené riziko neadekvátních (aplikovaných pro supraventrikulární arytmie nebo při poruše sensingu) nebo zbytečných (aplikovaných pro arytmie, které by bez terapie skončily spontánně) intervencí, které jsou spojeny se snížením kvality života, zvýšením morbidit a mortality (9, 10, 11, 12). Cílem tohoto sdělení je nabídnout ucelený přehled dostupných důkazů podporující koncept, že méně agresivní programace ICD snižuje její rizika při zachování očekávaného prospěchu z této léčby, a je proto vhodné ji upřednostnit.

## Programace moderních ICD Detekční intervaly

V literatuře přibývá důkazů, že nominální nastavení detekce a terapie s příliš krátkým zpožděním před zahájením intervence je příliš agresivní. Subanalýza studie DINAMITE ukázala, že riziko náhlé srdeční smrti bylo v této studii nižší, než byl počet adekvátních výbojů. Důvodem byly intervence ICD v případech nesetrválých komorových arytmií, které by skončily spontánně i bez terapie (13). Ve studii PainFree bylo v zóně fibrilace komor (VF – ventricular fibrillation) nastaveno krátké zpoždění před zahájením intervence (12 z 16 intervalů). Právě nesetrválé komorové tachykardie (NSVT – non-sustained VT) byly v této studii nejsilnějším prediktorem úspěšné antitachykardické stimulace (ATP – antitachycardia pacing). To znamená, že ATP terminoval v mnoha případech i ty arytmie, které by i bez intervence ICD skončily spontánně (14). Naproti tomu pouze 1,5 % epizod v zóně VF skončilo spontánně. Ve studii PainFree 2 byl při programaci delšího zpoždění před zahájením terapie (18 z 24 intervalů v zóně VF) pozorován nižší počet zbytečných intervencí při zachování dostatečné bezpečnosti terapie (15). Dále bylo v této studii

zjištěno, že 34 % epizod komorové tachykardie (VT – ventricular tachycardia) v pásmu rychlé VT (FVT – fast VT) skončilo spontánně. Autoři nerandomizované studie PREPARE prokázali, že další zvýšení počtu detekčních intervalů (30 z 40) v pásmu VF vede ke snížení počtu neadekvátních a zbytečných intervencí u pacientů v primární prevenci opět při zachování bezpečnosti terapie (16). Randomizovaná studie ADVANCE III prokázala účinnost a bezpečnost dlouhého zpoždění v pásmu VF (30 z 40 v porovnání s 18 z 24 intervalů) se snížením neadekvátních a zbytečných intervencí o 37 % ( $P < 0,001$ ) (17). Do této studie byli zařazeni pacienti v primární i v sekundární prevenci s ischemickou i neischemickou kardiomyopatií.

Cílem právě publikované studie MADIT-RIT bylo zjistit, zda je programace s časově zpožděnou detekcí arytmií a/nebo pásmem detekce arytmií s vyšší frekvencí srovnatelně bezpečná a zda dokáže snížit počet neadekvátních intervencí u pacientů s implantovaným ICD v primárně preventivní indikaci (18). Studie byla členěna do 3 ramen, v rameni A byly programovány dvě detekční zóny: pásmo VT od 170 tepů za minutu se zpožděním 2,5 sekundy a pásmo VF od 200 te-

pů za minutu se zpožděním 1 sekundy; v rameni B bylo programováno jedno terapeutické pásmo VF od 200 tepů za minutu se zpožděním 2,5 sekundy, v rameni C byly programovány tři detekční zóny: pásmo VT od 170 tepů za minutu se zpožděním 60 sekund, pásmo FVT od 200 tepů za minutu se zpožděním 12 sekund a pásmo VF od 250 tepů za minutu se zpožděním 2,5 sekundy. Pacienti, kteří byli randomizováni do ramene zpožděné terapie (Rameno C) měli ve srovnání s pacienty se standardní programací méně epizod první neadekvátní intervence (HR = 0,25, 95 % CI 0,16 to 0,41,  $P < 0,0001$ ) a měli též nesignifikantně nižší mortalitu (HR 0,56, 95 % CI 0,31 -1,04,  $P = 0,07$ ) (19).

### Detekční zóny

U nositelů ICD z indikace primární prevence náhlé srdeční smrti se ve studiích obvykle programovalo kromě zóny VT pásmo VF od 180–190 tepů za minutu. Přístroje firmy Medtronic umožňovaly navíc tzv. programaci „FVT via VF“ umožňující použití diskriminačních algoritmů do různých přednastavených komorových frekvencí spadajících do zóny VF, např. do 240 tepů za minutu (1, 16, 20). V nedávno publikované prospektivní kohortové studii byla po dobu sledování pacientů s mediánem 40 měsíců dostatečně bezpečná programace jediné detekční zóny o frekvenci komor od 220 tepů

za minutu (21). Žádné závažné příhody jasné spojené s takovou programací nebyly zaznamenány. Byl pozorován nižší výskyt adekvátních (11,2 % ročně) i neadekvátních (6,6 % ročně) výbojů ve srovnání s údaji ze studie SCD-HeFT, ve které bylo zaznamenáno 22,4 % adekvátních a 17,4 % neadekvátních výbojů během doby sledování 45 měsíců. Ve studii MADIT-RIT byla programace pásma VF od 200 tepů za minutu se zpožděním 2,5 sekundy (rameno B) ve srovnání se standardní programací (rameno A) spojena s významným snížením rizika neadekvátních terapií (HR 0,19, 95 % CI 0,11 – 0,32,  $P < 0,0001$ ) a s významným snížením mortality z jakékoliv příčiny (HR 0,45, 95 % CI 0,24 – 0,86,  $P = 0,016$ ) při dlouhodobém sledování (19).

U nositelů ICD z indikace sekundární prevence náhlé srdeční smrti se při programaci vychází z klinické arytmie, případně z arytmie indukované při elektrofyziologickém vyšetření. Detekční zóna se obvykle nastavuje o něco nižší s délkou cyklu o 30–60 ms delší. U pacientů po provedené radiofrekvenční ablaci VT nebo u pacientů užívajících antiarytmika se často doporučuje empirická programace s pásmem VT od 150 do 160 tepů za minutu s delším zpožděním, neboť se předpokládá možnost vzniku pomalejší VT. Tato strategie však zatím nebyla předmětem

studií a její prognostický význam z hlediska mortality nebyl prokázán. V tomto případě lze s výhodou využít programace monitorovací zóny VT bez antitachykardické terapie. Stejně tak lze monitorovací zónu využít k detekci epizod SVT (fibrilace nebo flutteru síní), což může usnadnit nebo umožnit správné rozhodnutí o antikoagulační terapii jako prevence cévní mozkové příhody (22).

### Diskriminátory SVT

Ke snížení rizika neadekvátních terapií aplikovaných pro jiné než komorové arytmie se široce používají algoritmy k rozpoznání supraventrikulárních arytmií (diskriminátory). Základním hodnoceným parametrem je frekvence arytmie, která umožňuje poměrně spolehlivě rozpoznat fibrilaci komor. Kromě fibrilace síní s rychle antegrádně vedoucí přídatnou dráhou nebo deblokovaného flutteru síní všechny ostatní arytmie nedosahují tak vysokých frekvencí. Další dva algoritmy hodnotí charakter strmosti nástupu arytmie (onset – nástup) a pravidelnost jejich jednotlivých cyklů (stability – stabilita). Představují základní diskriminační nástroje jednotutinových ICD a jsou účinné především k odlišení komorové tachykardie od sinusové nebo supraventrikulární tachykardie. Pro sinusovou tachykardii je charakteristický pozvol-

**Tabulka 1.** Doporučená programace pro pacienty v primární a sekundární prevenci náhlé srdeční smrti, kterou v současné době používáme v našem centru

| DETEKCE                                                                                                      |                                                                                                                         | Primární prevence                                                                                                                                         | Sekundární prevence                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                              | Monitorovací zóna                                                                                                       | 150 – (182–188)/min                                                                                                                                       | 150–170/min (nebo dle anamnézy)                                                                                                          |
|                                                                                                              | Zóna VT                                                                                                                 | (182–188) – 220/min                                                                                                                                       | 170–220/min (nebo dle anamnézy)                                                                                                          |
|                                                                                                              | Zóna VF                                                                                                                 | 220/min                                                                                                                                                   | 220/min                                                                                                                                  |
|                                                                                                              | Detekční čítače                                                                                                         | VT                                                                                                                                                        | 16–28 Mdt; 20–30 Bio; 20–30 SJM; 5 -12- s BSC, delší u tolerované VT                                                                     |
|                                                                                                              |                                                                                                                         | VF                                                                                                                                                        | 24 z 32 nebo 30 z 40 Mdt; 15–20 Bio; 16 SJM; 1,5 s BSC                                                                                   |
|                                                                                                              | Diskriminátory                                                                                                          | Zapnuty, vždy deaktivovat „timeout“ diskriminátorů                                                                                                        |                                                                                                                                          |
| TERAPIE                                                                                                      | Zóna VT                                                                                                                 | 2 × burst + 1 × ramp (8–10 impulsů; 81–88 % délky cyklu tachykardie; 10 ms scan; adaptivní dle frekvence) + výboj (dle výsledku defibrilačního testování) | Stejně, lze zvážit delší ATP pro pomalé VT (8–12 impulses; 88–91 % délky cyklu tachykardie; 10 ms scan; adaptivní dle srdeční frekvence) |
|                                                                                                              |                                                                                                                         | Zvážit biventrikulární ATP u ischemické kardiomyopatie                                                                                                    |                                                                                                                                          |
|                                                                                                              | Zóna VF                                                                                                                 | ATP během nabíjení + výboj s maximální energií (s výjimkou pacientů s dostupným testem defibrilační funkce)                                               |                                                                                                                                          |
| TIPY                                                                                                         | K prevenci nerozpoznání skutečné komorové tachykardie                                                                   |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                          |
|                                                                                                              | ■ deaktivuj diskriminátory SVT při kompletní AV blokádě                                                                 |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                          |
|                                                                                                              | ■ deaktivuj kritérium „onset“ u arytmií vznikajících v důsledku fyzické námahy (např. ARVD)                             |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                          |
|                                                                                                              | ■ deaktivuj kritérium „morfologie“ u frekvenčně závislých blokádní nitrokomorového vedení                               |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                          |
|                                                                                                              | ■ deaktivuj kritérium „stability“ u SVT s rychlou odpovědí komor (> 180/min)                                            |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                          |
|                                                                                                              | Vždy aktivuj funkci „Far-Field EGM“ zejména pro jednotutinové ICD (u přístrojů St. Jude Medical je nominálně vypnuta)   |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                          |
|                                                                                                              | Spíše než deaktivuj, raději programuj diskriminátory do pasivního módu, v budoucnu pomůže zvolit správné detekční pásmo |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                          |
|                                                                                                              | U pacientů s LQTS nebo s arytmiemi spouštěných sekvencí short-long R-R aktivuj rate smoothing > 12 %                    |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                          |
| Vypni ATP u pacientů s LQTS a Brugada syndromem (programuj pouze VF zónu > 200/min)                          |                                                                                                                         |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                          |
| Programuj detekční zóny o nižších frekvencích u pacientů užívajících antiarytmika                            |                                                                                                                         |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                          |
| Při každé kontrole aktualizuj šablony (zaznamenané během základního rytmu) u pacientů s biventrikulárním ICD |                                                                                                                         |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                          |

VT – komorová tachykardie; VF – fibrilace komor; Mdt – Medtronic; BSc – Boston Scientific; Bio – Biotronik; SJM – St. Jude Medical; TCL – délka cyklu tachykardie; DF – defibrilace; DFT – defibrilační práh; ATP – antitachykardická stimulace; BIV ATP – biventrikulární antitachykardická stimulace

ný nástup (onset), oproti tomu VT začíná náhle. Během fibrilace síní jsou R-R intervaly nepravidelné, zatímco u VT jsou typicky stabilní (stability). Dalším prvkem k odlišení původu arytmií je analýza intrakardiálního záznamu, zejména porovnání osy a morfologie QRS komplexů s uloženou šablonou zaznamenanou během základního rytmu.

V několika studiích bylo prokázáno, že tyto algoritmy účinně snižují počet neadekvátních výbojů. V prospektivní studii PREPARE byli pacienti randomizováni do větve se studijní programací (pásmo VF od 182 tepů za minutu, diskriminátor SVT do frekvence 200 tepů za minutu a deaktivovaná funkce „high rate time-out“) nebo do kontrolní větve, která vycházela z předchozích provedených studií s nižší frekvencí detekčních zón, vypnutými diskriminátory SVT, aktivovanou funkcí „high rate time-out“, přičemž programace mohla být upravena podle uvážení ošetřujícího lékaře. Studijní programace vykazovala nižší výskyt neadekvátních výbojů než kontrolní skupina (3,4 % vs. 7,5–20 %) (16). Ve studii Dorian P, et al. bylo použitím diskriminátorů SVT dosaženo snížení počtu neadekvátních výbojů, přičemž senzitivita pro detekci VT byla zachována. K rozpoznání arytmií u kontrolní skupiny bylo použito pouze frekvenční kritérium (HR 0,468, 95 % CI 0,266–0,822,  $P = 0,0068$ ) (20).

Použití diskriminátorů SVT je spojeno s malým rizikem nerozpoznání skutečné komorové tachykardie. V literatuře je výskyt popisován v 0–0,4 % při použití kritéria stability (23, 24), v 0–2 % při použití kritéria morfologie (25) a v 0,5–5 % při použití kritéria nástupu arytmií (onset) (29). U dvoudutinových přístrojů byl výskyt popsán v 0,6–1 % (35). Z výše uvedeného vyplývá, že přehlédnutí VT je menším klinickým problémem, než jsou neadekvátní výboje pro SVT (26).

Diskriminátory jsou obvykle programovány do frekvence 200–220 tepů za minutu. Pacienti, kteří mají programovány detekční pásma o nižších frekvencích (např. při evidenci pomalejší VT nebo pacienti užívající antiarytmika) mají z těchto algoritmů největší prospěch. Některé přístroje mají funkci „pasivního módu“, ve které jsou výše uvedené algoritmy deaktivovány, ale informace jsou zaznamenány k budoucímu vyhodnocení a případně aktivaci algoritmu.

Menší schopnost odlišit síňové a komorové arytmií mají jednodutinové ICD, protože chybí informace o vztahu aktivace síně a komory. Iniciální nerandomizované a malé randomizované studie neprokázaly lepší rozlišovací schopnost dvoudutinových ICD (27, 28, 29, 30). Pozdější větší randomizované studie sice prokázaly sniže-

ní neadekvátních intervencí (ATP nebo výboje) u dvoudutinových přístrojů, nicméně rozdíly nebyly statisticky významné (24,8 % vs. 33 %,  $P = 0,18$ ) (31). Kromě toho může být implantace dvoudutinového přístroje spojena s některými riziky, například s neadekvátní pravokomorovou stimulací při nevhodné programaci (32), která zvyšuje morbiditu a mortalitu, a s některými periproceturalními komplikacemi, jako je perforace síňové svaloviny nebo dislokace síňové elektrody s nutností její repozice (33).

Většina výrobců umožňuje nastavit časový limit trvání arytmií, po jehož uplynutí je každá arytmie hodnocena jako komorová. Tato funkce neslouží jako diskriminační kritérium pro rozpoznání VT, ale jako pojistka proti nerozpoznání skutečné komorové tachykardie. U jednotlivých výrobců se označuje jako „sustained rate duration“ (Boston Scientific), „high rate time-out“ (Medtronic), „SVT time-out“ (St. Jude Medical) a „sustained VT“ (Biotronik) (34, 35, 36, 37). Jejich přínos však nebyl prokázán a nebyly popsány žádné nežádoucí příhody u přístrojů, které jím nejsou vybaveny (Sorin) nebo v případech, kdy není aktivována (38). Naopak, často zodpovídá za neadekvátní intervence pro supraventrikulární rytmus, nejčastěji fibrilaci síní s rychlou komorovou odpovědí. Proto se dnes doporučuje ji používat s rozvahou.

## Terapie

Většina epizod pravidelných komorových tachykardií může být úspěšně ukončena ATP. Ve studii PainFree byla použita programace se dvěma sekvencemi ATP o 8 pulzech s délkou cyklu 88 % léčené arytmií s dekrementem 10 ms (train) pro zónu FVT od 188 až 250 tepů za minutu. Celkem 89 % arytmií v tomto detekčním pásmu bylo úspěšně ukončeno ATP. Případy akcelerace arytmií nebo synkopy byly výjimečné (4 %, respektive 2 %) (14). Ve studii PainFree 2 byla úspěšnost ATP 72 %, aniž by se zvýšil počet synkop, úmrtí, nebo aby došlo k akceleraci arytmií. Neúspěšná sekvence ATP nebyla prediktorem úspěšnosti následné sekvence (15).

Několik studií srovnávalo rozdílnou programaci ATP. Ve studii PITAGORA ICD byli pacienti randomizováni do větve s 8 pulzy s délkou cyklu 88 % léčené arytmií (burst) nebo s 9 pulzy s délkou cyklu 91 % léčené arytmií (ramp) v zóně FVT 188–250 pulzů za minutu. ATP v první větvi byla úspěšnější (72 % vs. 54 %,  $P = 0,015$ ) s menším výskytem epizod akcelerace VT (2,3 % vs. 7,4 %,  $P = 0,085$ ) (39). Studie ADVANCE-D srovnávala programaci 15 pulzů ve srovnání s 8 pulzy ATP. První programace byla účinnější u pacientů bez předchozí anamnézy srdečního selhání ( $P = 0,014$ ) a u pacientů s ejekční

frakcí levé komory  $\geq 40\%$  ( $P = 0,016$ ). Obě programace byly dostatečně bezpečné bez rozdílu ve výskytu synkopy nebo presynkopy (40).

Jedna prospektivní nerandomizovaná studie prokázala, že ATP je účinný také při léčbě komorových tachykardií rychlejších než 250 tepů za minutu (69 %). Častěji byly ukončeny tachykardie monomorfní (77 %) než polymorfní (44 %,  $P = 0,05$ ) (41). Sekvence ATP bezprostředně před začátkem nabíjení a během nabíjení zabránila 69 % výbojům pro rychlé VT o frekvenci nad 250 tepů za minutu při zachování nízkého rizika akcelerace arytmií.

Funkce ATP během nabíjení (ATP during charging) je k dispozici pouze u novějších modelů značky St. Jude (Fortify nebo novější). U přístrojů Boston Scientific se jedná o funkci „Quickconvert“, kdy je sekvence ATP aplikována těsně před začátkem nabíjení pro arytmií o frekvenci do 250 tepů za minutu. U přístrojů značek Sorin a BIOTRONIK je funkce ATP před začátkem nabíjení k dispozici pro zónu VF v případech stabilního R-R intervalu (27). Z výše uvedeného vyplývá, že pro zónu rychlé komorové tachykardie s frekvencí od 188 do 250 tepů za minutu má význam programovat alespoň jednu, případně dvě sekvence ATP.

Dosud žádná studie nesrovnávala účinnost výboje v závislosti na dodané energii (maximální energie prvního výboje ve srovnání s pozvolným navyšováním energie při opakovaných intervencích). Výhodou výbojů o nízké energii jsou kratší doba nabíjení, delší výdrž baterie a teoreticky menší poškození myokardu. Výboje o maximální energii jsou však účinnější (42, 43), což platí i pro terapii SVT, u kterých vysoká energie výboje kompenzuje neoptimální vektor. U neadekvátně léčených SVT se tak snižuje riziko opakovaných výbojů. Přestože moderní přístroje mají schopnost poměrně rychlého nabití i na maximální energii, umožňuje prodloužit průběh nabíjení efektivněji využít funkci ATP během nabíjení. Může také dojít ke spontánní terminaci nesetřvané arytmií. Dokud nebude k dispozici více dat, doporučuje se programovat pro zónu VF maximální energii výboje, zejména u pacientů, u nichž nebyla testována defibrilační funkce při implantaci přístroje.

## Doporučená strategie programace

Před další rozvahou je třeba zmínit několik faktů. Pacienti s implantovaným ICD z indikace sekundární prevence náhlé srdeční smrti mají dvojnásobek intervencí ve srovnání s pacienty, u nichž byl ICD implantován z primární prevence (44). Mladší nositelé ICD v sekundární profylaxi mají více epizod komorových tachykardií než

**Tabulka 2.** Doporučená programace ICD pro specifické situace, kterou v současné době používáme v našem centru

| INDIKACE        |                                 | VT               |              | VF               |                 |
|-----------------|---------------------------------|------------------|--------------|------------------|-----------------|
|                 |                                 | Frekvence (/min) | Terapie      | Frekvence (/min) | Terapie         |
| LQTS            | mladší pacient, fyzicky aktivní | -                | Vypnuta      | od 220           | ATPDC + max. DF |
|                 | starší pacient                  | 154/167–188/194  | 3 × ATP + DF | od 188/194       | ATPDC + max. DF |
| HKMP            | mladší pacient, fyzicky aktivní | 182–220          | 3 × ATP + DF | od 220           | ATPDC + max. DF |
|                 | starší pacient                  | 154/167–188/194  | 3 × ATP + DF | od 188/194       | ATPDC + max. DF |
| ARVD            | mladší pacient, fyzicky aktivní | 182–220          | 3 × ATP + DF | od 220           | ATPDC + max. DF |
|                 | starší pacient                  | 154/167–188/194  | 3 × ATP + DF | od 188/194       | ATPDC + max. DF |
| Brugada syndrom | mladší pacient, fyzicky aktivní | -                | Vypnuta      | od 220           | ATPDC + max. DF |
|                 | starší pacient                  | 154/167–188/194  | 3 × ATP + DF | od 188/194       | ATPDC + max. DF |

VT – komorová tachykardie; VF – fibrilace komor; LQTS – syndrom dlouhého QT; HKMP – hypertrofická kardiomyopatie; ARVD – arytmogenní dysplazie pravé komory; ATP – antitachykardická stimulace; ATPDC – ATP během nabíjení; DF – defibrilace; max. DF – defibrilace o nejvyšší možné energii; \* – zvážit dvoudutinový přístroj a aktivaci algoritmů bránící náhlým změnám délky cyklu (např. rate smoothing)

pacienti ve věku nad 70 let. Průměrná frekvence VT u pacientů v sekundární prevenci je 153 tepů za minutu, v primární prevenci je to 200 tepů za minutu (45, 46). Z uvedeného vyplývá doporučení programovat u pacientů v sekundární prevenci profylaxi nebo u pacientů užívající antiarytmika detekční zóny o nižších frekvencích. Tabulka 1 ukazuje doporučenou programaci pro pacienty v primární a sekundární prevenci náhlé srdeční smrti vycházející z dostupných dat, kterou v současné době používáme v našem centru.

### Programace ve specifických případech

#### Ischemická kardiomyopatie (ICM)

U pacientů s ischemickou kardiomyopatií může být účinnější a bezpečnější biventrikulární než pravokomorový ATP (47). Nominálně nastavený biventrikulární ATP mají pouze přístroje firmy Boston Scientific, zatímco ostatní výrobci mají nominálně nastavený pravokomorový ATP. Přístroje firmy St. Jude Medical neumožňují biventrikulární ATP vůbec.

#### Dilatační kardiomyopatie (DKMP)

Přestože jsou pacienti v době stanovení diagnózy DKMP mladší, je u pacientů s ICD v primární prevenci úmrtnost, výskyt adekvátních i neadekvátních intervencí, počet VT, VF a výskyt elektrické bouře srovnatelný jako u pacientů s ischemickou kardiomyopatií (48, 49). Proto by programace ICD měla být stejná jako u pacientů s ischemickou kardiomyopatií. U pacientů s DKMP a častými běhy nesetřvalých komorových tachykardií je třeba zvážit programaci většího počtu detekčních intervalů (50).

#### Pomalé komorové tachykardie

Programace ATP pro VT s frekvencí nižší než 180 tepů za minutu je poměrně běžná. Retrospektivní analýza hodnotila úspěšnost 1 až 6 sekvencí ATP (8 pulzů s délkou cyklu 81 % léčené arytmií) v pásmu VT od 140 do 220 tepů za minutu. První sekvence ATP úspěšně ukončila 59 % arytmií. 97 % arytmií bylo ukončeno nejdéle čtvrtou sekvencí ATP a pouze 3 % epizod vyžadovalo všech šest sekvencí ATP. Doba od začátku arytmií do terminace byla 22 vteřin u 4 sekvencí, resp. 41 vteřin v případě 6 sekvencí (51). Na základě těchto dat se doporučuje programovat pro pomalé VT nejméně čtyři až šest sekvencí ATP, pokud není u konkrétního pacienta obava z hemodynamické nestability v důsledku běžící pomalé VT.

#### Kompletní AV blokáda

U pacientů s kompletní atrioventrikulární blokádou (tedy i u pacientů, kteří podstoupili ablaci atrioventrikulárního uzlu pro SVT s rychlou odpovědí komor) by měly být deaktivovány diskriminátory SVT. V tomto případě postrádají smysl a navíc mírně zvyšují riziko přehlédnutí skutečné VT.

#### Hypertrofická kardiomyopatie (HKMP)

U pacientů s diagnózou HKMP a implantovaným ICD z primárně preventivní indikace byl popsán během prvních 5 let 16 % výskyt adekvátních a 23 % výskyt neadekvátních výbojů (52). Nejčastější arytmií u těchto pacientů je rychlá komorová tachykardie (180–220 pulzů za minutu), často provokovaná vyšší fyzickou zátěží. Tato arytmie může být úspěšně ukončena ATP. Jde převážně o mladší pacienty, u kterých je také známý zvýšený výskyt mechanického poškození defibri-

lační elektrody (53). Aby se předešlo neadekvátním výbojům, je doporučována programace vyšších frekvencí pro pásma VT i VF s dlouhými detekčními intervaly a aktivní funkcí ATP před a během nabíjení. Dále je vhodné deaktivovat algoritmus hodnotící nástup arytmií (onset), aby nedošlo k přehlédnutí VT, která vznikla v době sinusové tachykardie v důsledku fyzické námahy (54).

#### Arytmogenní dysplazie pravé komory (ARVD)

Pacienti s ARVD představují další skupinu s poměrně vysokým rizikem neadekvátních intervencí (až 50 %), především při sinusové tachykardii nebo fibrilaci síní. Úspěšnost ATP při léčbě komorových tachykardií je vysoká (93 %) (55). Podobně jako u pacientů s HKMP je nejčastější arytmií rychlá VT provokovaná fyzickou námahou u až 75 % pacientů. Také u tohoto onemocnění byla zaznamenána malá úspěšnost (62 %) algoritmu hodnotícího nástup arytmií (onset) (56). Z hlediska programace jsou doporučení stejná jako u HKMP.

#### Brugada syndrom

U pacientů po implantaci ICD pro Brugada syndrom bylo v nedávno provedených studiích popsáno méně adekvátních než neadekvátních intervencí, podobně jako v případě HKMP (57, 58, 59, 60). Ve studii publikované Veltmanem, a spol. byla programace jediné detekční zóny v pásmu rychlé VF (frekvence nad 222 tepů za minutu) účinná, bezpečná a vedla ke snížení rizika neadekvátních intervencí pro SVT (61). Výskyt adekvátních a neadekvátních výbojů byl podobný (2,91 % resp. 2,07 % za rok). Žádný pacient neměl synkopu ani nezemřel náhlou srdeční smrtí. Proto je u pacientů s Brugada syndromem doporučována programace jediné detekční zóny s vysokou frekvencí.

#### Syndrom dlouhého QT

Pacienti se syndromem dlouhého QT jsou ohroženi zejména polymorfní komorovou tachykardií (torsade de pointes) nebo komorovou fibrilací. Spouštěčem bývá bradykardie a/nebo sekvence krátkého a dlouhého R-R intervalu (short-long R-R). K prevenci bradykardie nebo náhlých pauz se proto obvykle implantují dvoudutinové přístroje (62). Je vhodné zvážit aktivaci algoritmů, které brání náhlým změnám délky cyklu, jakým je například tzv. „rate smoothing“ – vyhlazení frekvence (63).

#### Vliv antiarytmické terapie nebo radiofrekvenční ablace

Přítomnost fibrilace síní s velmi rychlou odpovědí komor snižuje úspěšnost algoritmů k roz-



poznání SVT (diskriminátorů SVT). Důvodem bývá ustálení délek cyklů R-R intervalů při rychlé frekvenci komor nebo přítomnost aberace vedení. Často se tyto arytmie nachází v detekčním pásmu VF a potom se diskriminátory SVT nemohou uplatnit (64). Aby se zabránilo neadekvátním intervencím nebo přehlédnutí VT, je nanejvýš důležité korigovat srdeční frekvenci nebo se pokusit o obnovení sinusového rytmu, ať již farmakologicky nebo ablační terapií. Katetrizační ablace je dále vhodná pro léčbu pomalých komorových tachykardií zejména u pacientů se současným sklonem k sinusové tachykardii, u kterých je vysoké riziko neadekvátních intervencí a adekvátní programace ICD je obtížná. Při incesantní formě arytmie je možné se vyhnout opakované terapii (27).

## Závěr

ICD patří již víc než 30 let k základním nástrojům prevence náhlé srdeční smrti na podkladě maligní komorové arytmie. Omezené programovací možnosti a obavy z rizika selhání terapie vedly k použití výchozích nastavení, která u mnoha pacientů vedla k výskytu více neadekvátních a zbytečných než adekvátních terapií s výsledným snížením kvality života a zvýšením morbidit i mortality. V posledním desetiletí se pozornost obrátila ke snaze o maximalizaci léčebného prospěchu z této účinné terapie a omezení výskytu jejích nežádoucích účinků a časné detekci selhání systému. Nové způsoby programace vytvářejí nové paradigma léčby pomocí ICD. Z původních šok-boxů se dnes stávají sofistikované přístroje schopné terminovat značnou část klinických komorových arytmií pomocí ATP, snižovat riziko neadekvátní terapie a automaticky detekovat případné poruchy elektrod ohrožující integritu systému a bezpečnost pro pacienta. V době dostupných dat medicíny založené na důkazech je třeba u každého pacienta individuálně zvažovat takovou programaci, která mu přinese požadovanou ochranu a minimalizuje riziko závažných nežádoucích událostí z hlediska kvality života i z hlediska jeho přímého ohrožení.

## Literatura

1. Bardy GH, Lee KL, Mark DB, Poole JE, et al. Sudden Cardiac Death in Heart Failure Trial (SCD-HeFT) Investigators: Amiodarone or implantable cardioverter-defibrillator for congestive heart failure. *N Engl J Med* 2005; 352: 225–237.
2. Moss AJ, Hall WJ, Cannom DS, et al. Multicenter Automatic Defibrillator Implantation Trial Investigators: Improved survival with an implanted defibrillator in patients with coronary disease at high risk for ventricular arrhythmia. *N Engl J Med* 1996; 335: 1933–1940.
3. Buxton AE, Lee KL, Fisher JD, Josephson ME, Prystowsky EN, Hafley G, for the Multicenter Unsustained Tachycardia Trial Investigators: A randomized study of the prevention of sudden death in patients with coronary artery disease. *N Engl J Med* 1999; 341: 1882–1890.

4. Moss AJ, Zareba W, Hall WJ, et al. the Multicenter Automatic Defibrillator Implantation Trial II Investigators: Prophylactic implantation of a defibrillator in patients with myocardial infarction and reduced ejection fraction. *N Engl J Med* 2002; 346: 877–883.
5. Connolly S, Gent M, Roberts R, et al. Canadian Implantable Defibrillator Study (CIDS): A randomized trial of the implantable cardioverter defibrillator against amiodarone. *Circulation* 2000; 101:1297–1302.
6. Kuck K-H, Cappato R, Siebels J, Ruppel R. Randomized comparison of antiarrhythmic drug therapy with implantable cardioverter defibrillator in patients resuscitated from cardiac arrest: The Cardiac Arrest Study Hamburg (CASH). *Circulation* 2000; 102: 748–754.
7. Germano JJ, Reynolds M, Essebag V, Josephson ME. Frequency and causes of implantable cardioverter-defibrillator therapies: is device therapy proarrhythmic? *Am J Cardiol* 2006; 97(8): 1255–1261.
8. Daubert JP, Zareba W, Cannom DS, et al. MADIT II Investigators. Inappropriate implantable cardioverter-defibrillator shocks in MADIT II: frequency, mechanisms, predictors, and survival impact. *J Am Coll Cardiol* 2008; 51(14): 1357–1365.
9. Van Rees JB, Borleffs CJW, De Bie MK, et al. Inappropriate implantable cardioverter-defibrillator shocks: Incidence, predictors, and impact on mortality. *J Am Coll Cardiol* 2011; 57: 556–562.
10. Poole JE, Johnson GW, Hellkamp AS, et al. Prognostic importance of defibrillator shocks in patients with heart failure. *N Engl J Med* 2008; 359: 1009–1017.
11. Pedersen SS, van den Broek KC, Sears SF Jr. Psychological intervention following implantation of an implantable defibrillator: a review and future recommendations. *Pacing Clin Electrophysiol* 2007; 30: 1546–1554.
12. Magyar-Russell G, Thombs BD, Cai JX, et al. The prevalence of anxiety and depression in adults with implantable cardioverter defibrillators: a systematic review. *J Psychosom Res* 2011; 71: 223–231.
13. Ellenbogen KA, Levine JH, Berger RD, et al. Defibrillators in Non-Ischemic Cardiomyopathy Treatment Evaluation (DEFINITE) Investigators. Are implantable cardioverter defibrillator shocks a surrogate for sudden cardiac death in patients with nonischemic cardiomyopathy? *Circulation* 2006; 113(6): 776–782.
14. Wathen MS, Sweeney MO, DeGroot PJ, Stark AJ, Koehler JL, Chisner MB, Machado C, et al. Shock reduction using antitachycardia pacing for spontaneous rapid ventricular tachycardia in patients with coronary artery disease. *Circulation* 2001; 104: 796–801.
15. Wathen MS, DeGroot PJ, Sweeney MO, et al. Prospective randomized multicenter trial of empirical antitachycardia pacing versus shocks for spontaneous rapid ventricular tachycardia in patients with implantable cardioverter-defibrillators: Pacing Fast Ventricular Tachycardia Reduces Shock Therapies (PainFREE Rx II) trial results. *Circulation* 2004; 110: 2591–2596.
16. Wilkoff BL, Williamson BD, Stern RS, et al. Strategic programming of detection and therapy parameters in implantable cardioverter-defibrillators reduces shocks in primary prevention patients: Results from the PREPARE (Primary Prevention Parameters Evaluation) study. *J Am Coll Cardiol* 2008; 52: 541–550.
17. Schwab JO, Gasparini M, Lunati M, et al. Avoid delivering therapies for nonsustained fast ventricular tachyarrhythmia in patients with implantable cardioverter/defibrillator: the ADVANCE III Trial. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2009; 20:663–666.
18. Schuger C, Daubert JP, Brown MW, et al. Multicenter automatic defibrillator implantation trial: reduce inappropriate therapy (MADIT-RIT): background, rationale, and clinical protocol. *Ann Noninvasive Electrocardiol* 2012; 17(3): 176–185.
19. Moss AJ, Schuger C, Beck CA, et al. the MADIT-RIT Trial Investigators. Reduction in Inappropriate Therapy and Mortality through ICD Programming. *N Engl J Med*. 2012 Nov 6.

20. Russo AM, Nayak H, Verdino R, et al. Implantable cardioverter defibrillator events in patients with asymptomatic nonsustained ventricular tachycardia: Is device implantation justified? *Pacing Clin Electrophysiol* 2003; 26: 2289–2295.
21. Clementy N, Pierre B, Lallemand B, et al. Long-term follow-up on high-rate cut-off programming for implantable cardioverter defibrillators in primary prevention patients with left ventricular systolic dysfunction. *Europace* 2012; 14(7): 968–974.
22. Mansour F, Khairy P. Programming ICDs in the Modern Era beyond Out-of-the Box Settings. *Pacing Clin Electrophysiol* 2011; 34(4): 506–520.
23. Swerdlow CD, Chen PS, Kass RM, Allard JR, Peter CT. Discrimination of ventricular tachycardia from sinus tachycardia and atrial fibrillation in a tiered-therapy cardioverter-defibrillator. *J Am Coll Cardiol* 1994; 23: 1342–1355.
24. Brugada J, Mont L, Figueiredo M, Valentino M, Matas M, Navarro-Lopez F. Enhanced detection criteria in implantable defibrillators. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1998; 9: 261–268.
25. Duru F, Bauersfeld U, Rahn-Schonbeck M, Candinas R. Morphology discriminator feature for enhanced ventricular tachycardia discrimination in implantable cardioverter defibrillators. *Pacing Clin Electrophysiol* 2000; 23: 1365–1374.
26. Theuns DA, Klootwijk AP, Goedhart DM, Jordaens LJ. Prevention of inappropriate therapy in implantable cardioverter-defibrillators: Results of a prospective, randomized study of tachyarrhythmia detection algorithms. *J Am Coll Cardiol* 2004; 44: 2362–2367.
27. Klein RC, Raitt MH, Wilkoff BL, et al. Analysis of implantable cardioverter defibrillator therapy in the Antiarrhythmics Versus Implantable Defibrillators (AVID) Trial. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2003; 14: 940–948.
28. Kuhlkamp V, Dornberger V, Mewis C, et al. Clinical experience with the new detection algorithms for atrial fibrillation of a defibrillator with dual chamber sensing and pacing. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1999; 10: 905–915.
29. Deisenhofer I, Kolb C, Ndrepepa G, et al. Do current dual chamber cardioverter defibrillators have advantages over conventional single chamber cardioverter defibrillators in reducing inappropriate therapies? A randomized, prospective study. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2001; 12: 134–142.
30. Olshansky B, Day JD, Moore S, et al. Is dual-chamber programming inferior to single-chamber programming in an implantable cardioverter-defibrillator? Results of the INTRIN-SIC RV (Inhibition of Unnecessary RV Pacing With AVSH in ICDs) Study. *Circulation* 2007; 115: 9–16.
31. Friedman PA, McClelland RL, Bamlet WR, et al. Dual-chamber versus single-chamber detection enhancements for implantable defibrillator rhythm diagnosis: The detect supraventricular tachycardia study. *Circulation* 2006; 113: 2871–2879.
32. Wilkoff BL, Cook JR, Epstein AE, et al. Dual Chamber and VVI Implantable Defibrillator Trial Investigators. Dual-chamber pacing or ventricular backup pacing in patients with an implantable defibrillator: the Dual Chamber and VVI Implantable Defibrillator (DAVID) Trial. *JAMA*. 2002; 288(24): 3115–3123.
33. Dewland TA, Pellegrini CN, Wang Y, et al. Dual-chamber implantable cardioverter-defibrillator selection is associated with increased complication rates and mortality among patients enrolled in the NCDR Implantable Cardioverter-Defibrillator Registry. *J Am Coll Cardiol* 2011; 58: 1007–1013.
34. Dorian P, Philippon F, Thibault B, et al. Randomized controlled study of detection enhancements versus rate-only detection to prevent inappropriate therapy in a dual-chamber implantable cardioverter-defibrillator. *Heart Rhythm* 2004; 1: 540–547.
35. Bansch D, Castrucci M, Bocker D, Breithardt G, Block M. Ventricular tachycardias above the initially programmed tachycardia detection interval in patients with implantable cardioverter-defibrillators: Incidence, prediction and significance. *J Am Coll Cardiol* 2000; 36: 557–565.
36. Sadoul N, Mletzko R, Anselme F, et al. Incidence and clinical relevance of slow ventricular tachycardia in implantable cardioverter-defibrillator recipients: An international multicenter prospective study. *Circulation* 2005; 112: 946–953.

37. Arya A, Haghjoo M, Emkanjoo Z, Dehghani MR, Sadr-Ameli MA. Does the rate of inappropriate therapy differ in implantable cardioverter-defibrillators from different manufacturers? *J Interv Card Electrophysiol* 2006; 17: 59–63.
38. Wilkoff BL, Ousdigian KT, Sterns LD, Wang ZJ, Wilson RD, Morgan JM. A comparison of empiric to physician-tailored programming of implantable cardioverter-defibrillators: Results from the prospective randomized multicenter EMPiRiC trial. *J Am Coll Cardiol* 2006; 48: 330–339.
39. Gulizia MM, Piraino L, Scherillo M, et al. A randomized study to compare ramp versus burst antitachycardia pacing therapies to treat fast ventricular tachyarrhythmias in patients with implantable cardioverter defibrillators: The PITAGO-RA ICD trial. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2009; 2: 146–153.
40. Santini M, Lunati M, Defaye P, et al. Prospective multicentre randomized trial of fast ventricular tachycardia termination by prolonged versus conventional anti-tachyarrhythmia burst pacing in implantable cardioverter-defibrillator patients-Atp DeliVery for pAiNless ICD therapy (ADVANCE-D) Trial results. *J Interv Card Electrophysiol*. 2010; 27(2): 127–135.
41. Schoels W, Steinhaus D, Johnson WB, et al. EnTrust Clinical Study Investigators. Optimizing implantable cardioverter-defibrillator treatment of rapid ventricular tachycardia: antitachycardia pacing therapy during charging. *Heart Rhythm*. 2007; 4(7): 879–885.
42. Sivagangabalan G, Eshoo S, Eipper VE, Thiagalingam A, Kovoov P. Discriminatory therapy for very fast ventricular tachycardia in patients with implantable cardioverter defibrillators. *Pacing Clin Electrophysiol* 2008; 31: 1095–1099.
43. Schaer BA, Koller MT, Sticherling C, Altmann D, Joerg L, Osswald S. Longevity of implantable cardioverter-defibrillators, influencing factors, and comparison to industry-projected longevity. *Heart Rhythm* 2009; 6: 1737–1743.
44. Piekarczy J, Rydlewska A, Majewski J, Lelakowski J. Antitachyarrhythmic interventions of implantable cardioverter-defibrillator in primary and secondary sudden cardiac death prevention patients. *Pol Merkur Lekarski*. 2012; 32(192): 368–373.
45. Wilkoff BL, Hess M, Young J, Abraham WT. Differences in tachyarrhythmia detection and implantable cardioverter defibrillator therapy by primary or secondary prevention indication in cardiac resynchronization therapy patients. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2004; 15: 1002–1009.
46. Backenkohler U, Erdogan A, Steen-Mueller MK, et al. Long-term incidence of malignant ventricular arrhythmia and shock therapy in patients with primary defibrillator implantation does not differ from event rates in patients treated for survived cardiac arrest. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2005; 16: 478–482.
47. Gasparini M, Anselme F, Clementy J, et al. BiVentricular versus right ventricular antitachycardia pacing to terminate ventricular tachyarrhythmias in patients receiving cardiac resynchronization therapy: The ADVANCE CRT-D Trial. *Am Heart J* 2010; 159: 1116–1123, e1112.
48. Smith T, Theuns DA, Caliskan K, Jordaens L. Long-term follow-up of prophylactic implantable cardioverter-defibrillator-only therapy: comparison of ischemic and nonischemic heart disease. *Clin Cardiol*. 2011; 34(12): 761–767.
49. Streitner F, Kuschyk J, Dietrich C, et al. Comparison of ventricular tachyarrhythmia characteristics in patients with idiopathic dilated or ischemic cardiomyopathy and defibrillators implanted for primary prevention. *Clin Cardiol*. 2011; 34(10): 604–609.
50. Verma A, Sarak B, Kaplan AJ, et al. Predictors of appropriate implantable cardioverter defibrillator (ICD) therapy in primary prevention patients with ischemic and nonischemic cardiomyopathy. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2010; 33(3): 320–329.
51. Fries R, Heisel A, Kalweit G, Jung J, Schieffer H. Antitachycardia pacing in patients with implantable cardioverter defibrillators: How many attempts are useful? *Pacing Clin Electrophysiol* 1997; 20: 198–202.
52. Lin G, Nishimura RA, Gersh BJ, Phil D, Ommen SR, Ackerman MJ, Brady PA. Device complications and inappropriate implantable cardioverter defibrillator shocks in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Heart*. 2009; 95(9): 709–714.
53. Kim SS, Knight BP. Defibrillator therapies in hypertrophic cardiomyopathy: Too many swings at bad pitches? *J Cardiovasc Electrophysiol* 2007; 18: 488–489.
54. Przybylski A, Małacka L, Pytkowski M, et al. Implantable cardioverter-defibrillators in patients with hypertrophic cardiomyopathy – dilemmas and difficulties. *Kardiol Pol*. 2005; 63(4): 391–397.
55. Tavernier R, Gevaert S, De Sutter J, et al. Long term results of cardioverter-defibrillator implantation in patients with right ventricular dysplasia and malignant ventricular tachyarrhythmias. *Heart* 2001; 85:53–56
56. Roguin A, Bomma CS, Nasir K, et al. Implantable cardioverter-defibrillators in patients with arrhythmogenic right ventricular dysplasia/cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol* 2004; 43: 1843–1852.
57. Bordachar P, Reuter S, Garrigue S, et al. Incidence, clinical implications and prognosis of atrial arrhythmias in Brugada syndrome. *Eur Heart J*. 2004; 25: 879–884.
58. Kharazi A, Emkanjoo Z, Alizadeh A, Nikoo MH, Jorat MV, Sadr-Ameli MA. Mid-term follow-up of patients with Brugada syndrome following a cardioverter defibrillator implantation: a single center experience. *Indian Pacing Electrophysiol J*; 2007; 7: 33–39.
59. Sacher F, Probst V, Lesaka Y, et al. Outcome after implantation of a cardioverter-defibrillator in patients with Brugada syndrome: a multicenter study. *Circulation*. 2006; 114: 2317–2324.
60. Sarkozy A, Boussy T, Kourgiannides G, et al. Long-term follow-up of primary prophylactic implantable cardioverter-defibrillator therapy in Brugada syndrome. *Eur Heart J*. 2007; 28: 334–344.
61. Veltmann C, Kuschyk J, Schimpf R, et al. Prevention of inappropriate ICD shocks in patients with Brugada syndrome. *Clin Res Cardiol*. 2010; 99(1): 37–44.
62. Viskin S. Cardiac pacing in the long QT syndrome: review of available data and practical recommendations. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2000; 11(5): 593–600.
63. Viskin S, Fish R. Prevention of ventricular arrhythmias in the congenital long QT syndrome. *Curr Cardiol Rep*. 2000; 2(6): 492–497.
64. Swerdlow CD. Supraventricular tachycardia-ventricular tachycardia discrimination algorithms in implantable cardioverter defibrillators: State-of-the-art review. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2001; 12: 606–612.

Článek přijat redakcí: 18. 12. 2012

Článek přijat k publikaci: 28. 1. 2013

**MUDr. Lukáš Krýže**

*Klinika kardiologie IKEM*

*Vítěňská 1958/9, 140 21 Praha 4*

*lukas.kryze@ikem.cz*