



Kardiostimulátory

BAM31LET Lékařská technika

Jan Havlík | Katedra teorie obvodů | xhavlikj@fel.cvut.cz

Kardiostimulátor

- kardiostimulátory (pacemakery) a implantabilní defibrilátory (ICD) jsou implantabilní přístroje určené pro úpravu či substituci srdečního rytmu



Historie

- McWilliam, J. A. (1889)
 - první pokusy se stimulací lidského srdce
- John Hopp (1950)
 - funkční externí kardiostimulátor
- Rune Elmquist (1958)
 - první implantabilní kardiostimulátor

Dlouhodobá kardiostimulace

- implantabilní kardiostimulátory slouží k dlouhodobé úpravě srdečního rytmu, jsou indikovány především
 - při symptomatických bradykardiích,
 - při sníženém srdečním výdeji z důvodu arytmií,
 - při symptomech jako jsou ztráta vědomí, závratě, snížená fyzická schopnost nebo dezorientace způsobených nesprávnou činností srdce
- důvodem bývají
 - bradykardický syndrom nebo blokáda SA uzlu,
 - blokáda AV uzlu,
 - infarkt myokardu,
 - a některé další poruchy srdeční činnosti

Rozdělení kardiostimulátorů

- kardiostimulátory lze dělit na základě několika kritérií
 - podle doby trvání stimulace (klinické, implantabilní),
 - způsobu dráždění srdečního svalu (přímé, nepřímé),
 - funkce stimulátoru (neřízený, řízený, programovatelný),
 - počtu stimulovaných srdečních dutin (jednodutinové, dvoudutinové),
 - typu stimulačních elektrod (unipolární, bipolární),
 - typu napájení (bateriové, vysokofrekvenčně buzené)

Rozdělení kardiostimulátorů

- NASPE/NPEG code
 - 1. znak
místo stimulace (A - síň, V - komora, D - obojí, O - nic)
 - 2. znak
místo snímání (A - síň, V - komora, D - obojí, O - nic)
 - 3. znak
způsob stimulace (I – inhibovaný, T – spouštěný, D – obojí, O – nic)
 - 4. znak
programovatelnost (P – programovatelný, M – multiprogramovatelný, C – komunikovatelný, R – frekvenčně adaptabilní)
 - 5. znak
antiarytmická funkce (P – antitachykardiální stimulace, S – šok, D – obojí)

Rozdělení kardiostimulátorů

- příklady

VOO – komorový asynchronní (fixed rate),

VVI – komorový inhibovaný (on demand),

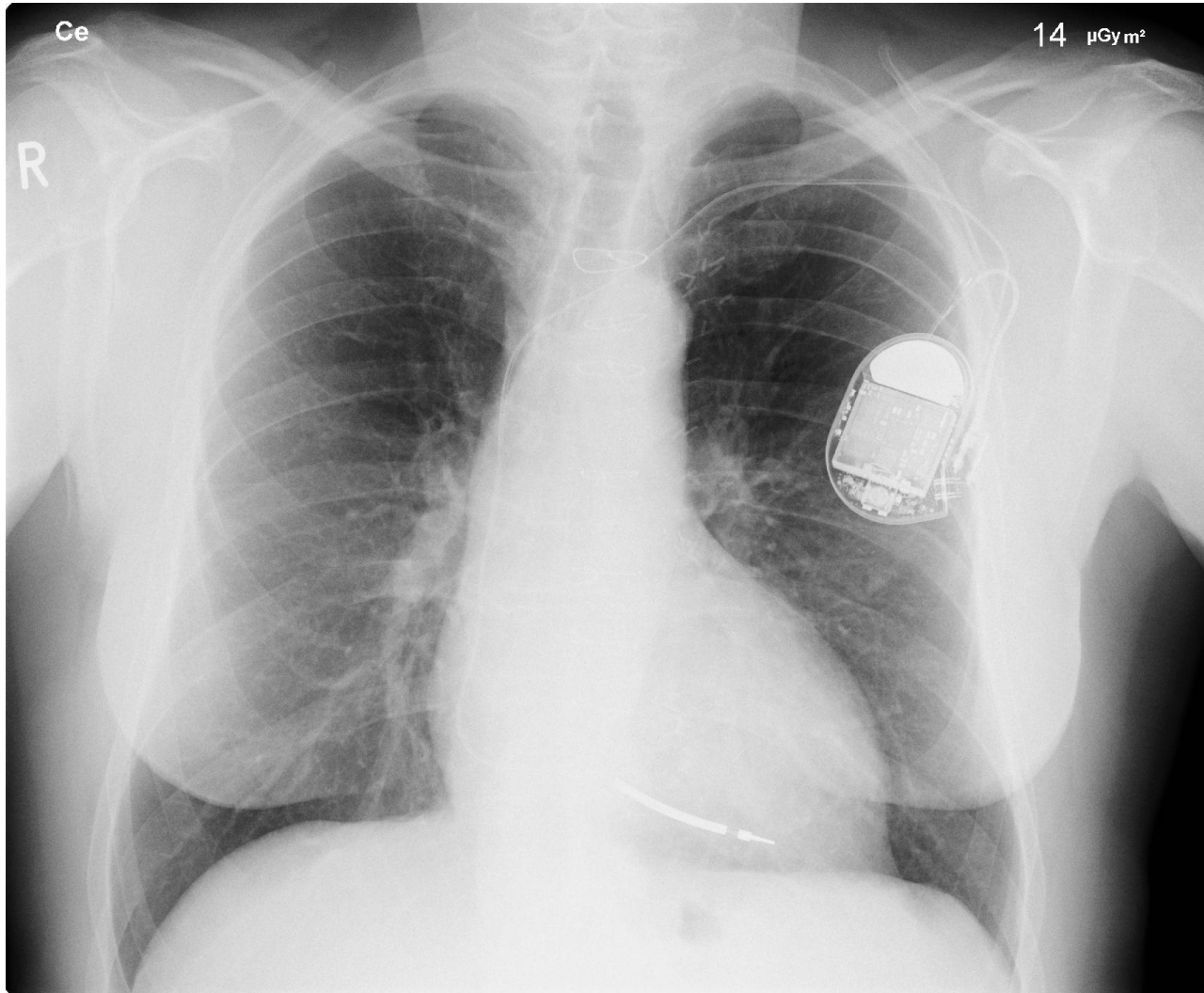
VVI (M/C) – komorový inhibovaný, multiprogramovatelný nebo komunikovatelný,

VVI (R) – komorový inhibovaný s proměnou frekvencí (rate responsive),

AAI – síňový, síněmi inhibovaný,

DVI (C) – dvoudutinový inhibovaný, komunikovatelný

Implantace kardiostimulátoru



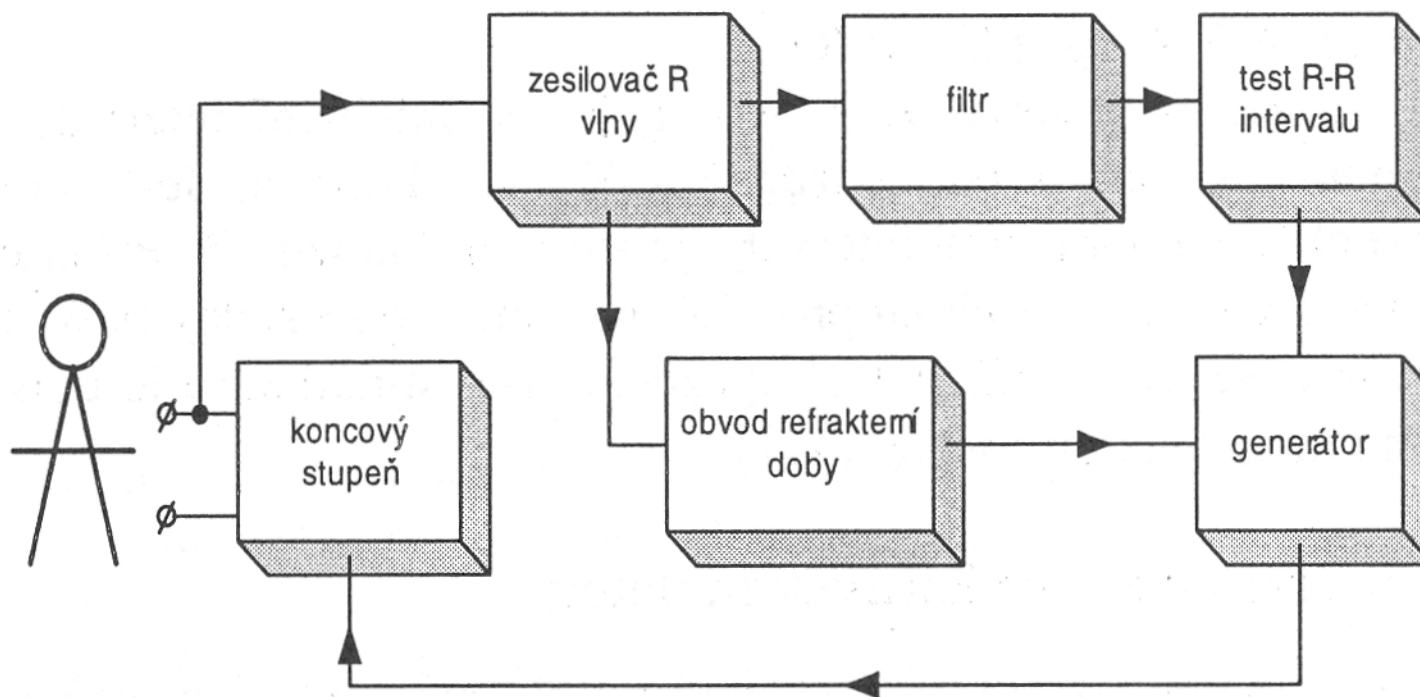
Asynchronní kardiostimulátor

- NASPE/NPEG code: VOO
- konstrukčně nejjednodušší typy
- generátor s frekvencí přibližně 1 Hz a šířkou pulsu 1,2 až 1,5 ms
- aplikovaly se při blokádě AV uzlu
- stimulátor řídí činnost komor, síně tepou vlastním rytmem, hrozí interference rytmů
- dnes se již nepoužívají

Synchronní R inhibovaný stimulátor

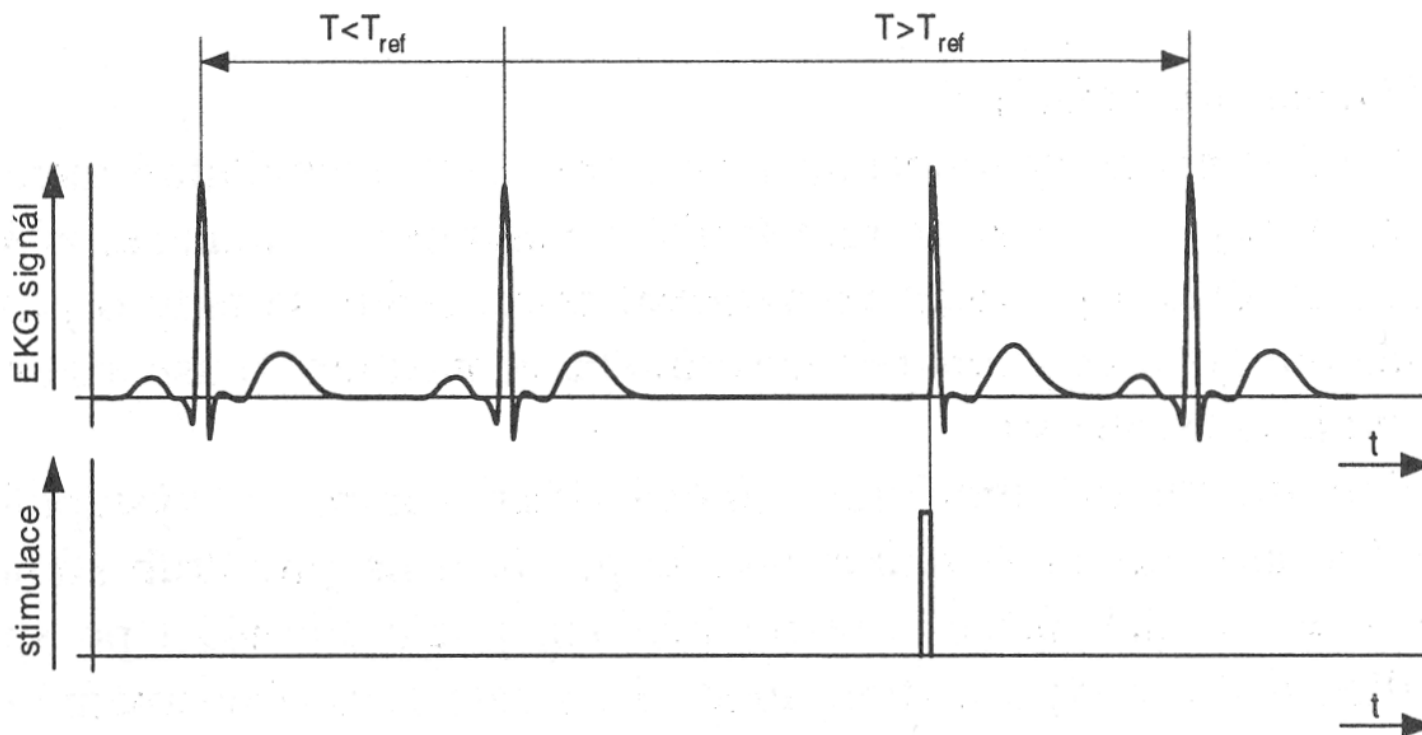
- NASPE/NPEG code: např. VVI
- stimulátor je řízen komorovou aktivitou, je detekován QRS komplex a sledován R–R interval
- pokud je překročena zvolená doba, je generován stimulační impuls, v opačném případě je impuls potlačen
- stimulátory tohoto typu jsou označovány *on demand*
- zamezuje vzniku interference rytmů

Synchronní R inhibovaný stimulátor



Rozman, J. a kol.: Elektronické přístroje v lékařství. Academia, Praha, 2006.

Synchronní R inhibovaný stimulátor



Rozman, J. a kol.: Elektronické přístroje v lékařství. Academia, Praha, 2006.

Synchronní stand by stimulátor

- NASPE/NPEG code: např. VVT (R)
- je spuštěn okamžitě každou R vlnou
- stimulační impuls s délkou asi 1,5 ms zapadá do QRS komplexu (asi 80 ms) – absolutně refrakterní fáze srdeční činnosti, tedy nedochází k další kontrakci
- při snížení frekvence spontánní činnosti pod zvolenou minimální hodnotu je generován stimulační impuls
- výhodou je omezení vzniku interference rytmů
- nevýhodou je větší spotřeba a větší zatížení tkání

Programovatelné kardiostimulátory

- umožňují nastavit / měnit parametry stimulace, případně obousměrně přenášet data,
- data jsou přenášena obousměrným vysokofrekvenčním přenosem,
- po implantaci kardiostimulátoru se provádí naprogramování (přizpůsobení) stimulatoru pro konkrétního pacienta

Stimulace s proměnnou frekvencí

- přizpůsobená (fyziologická stimulace) s proměnnou frekvencí v závislosti na fyzické zátěži pacienta
- pro nastavení frekvence stimulační pulsů (parametrů stimulace) se používá vazba z některého ze senzorů, např. na základě
 - teploty krve v pravé komoře,
 - interval mezi stimulací a T vlnou,
 - intrakardiální objemové změny,
 - dechová frekvence,
 - tělové vibrace a další

Realizace kardiostimulátoru

- implantabilní kardiostimulátor je složen ze třech základních částí
 - elektronické části (generátor stimulačních impulsů, obvody snímání a vyhodnocování spontánní srdeční činnosti, komunikační obvody, napájecí zdroj),
 - stimulační elektrody s vodiči,
 - programátoru (není implantovanou součástí!)
- vlastní tělo stimulátoru je zpravidla tvořeno hermeticky uzavřeným titanovým pouzdem s laserem provedeným popisem výrobce, typu stimulátoru atd.

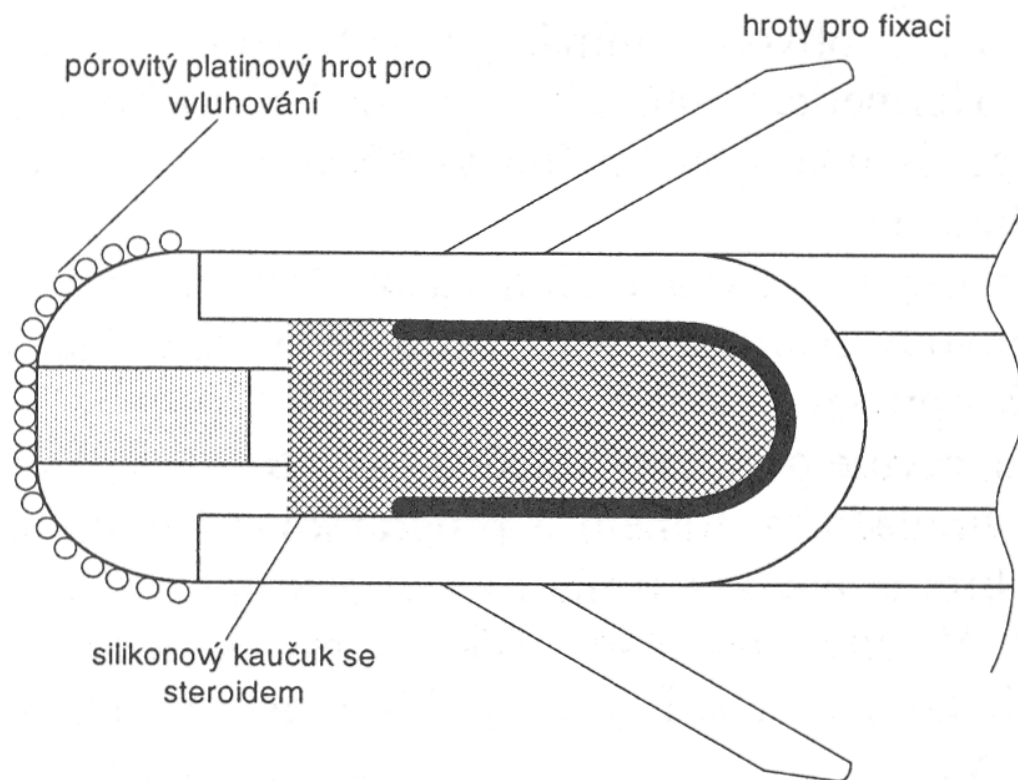
Realizace kardiostimulátoru

- výstupní obvod generuje pulsy s amplitudou 0,8 – 5 V, šířka impulsu bývá 0,05 – 1,5 ms,
- snímání spontánní aktivity se provádí pomocí bipolárních (obě elektrody jsou umístěny na vodiči asi 2 cm od sebe) nebo unipolárních elektrod (jedna elektroda je na vodiči, druhá na pouzdru stimulátoru,
- pro správnou činnost kardiostimulátoru může být omezující přítomnost silných elektromagnetických polí např. v okolí vysokonapěťových generátorů, antén radiolokátorů, ale např. i při vyšetření magnetickou rezonancí

Stimulační elektrody

- stimulační elektrodu tvoří komplet obsahující vlastní elektrodu (hrot), propojovací vodiče s izolací a konektor
- stimulační elektroda má obvykle plochu 8 – 12 mm², s aktivní (zavrtání háčku nebo spirálky do tkáně myokardu) nebo pasivní fixací (zachycení háčkem do svalové lišty v pravé komoře)
- často je používána pórovitá elektroda s dutinou vyplněnou kortikosteroidem, který zabraňuje vzniku zánětu po fixaci elektrody

Stimulační elektrody



Rozman, J. a kol.: Elektronické přístroje v lékařství. Academia, Praha, 2006.

Napájení

- požadovaná životnost (kolem 10 let) a velikost (hmotnost) napájecí baterie klade velké nároky na její provedení, kapacitu a velikost samovybíjecího proudu
- v současné době se používají Li-on akumulátory s kapacitou 0,8 – 3 Ah a nominálním napětím 2,8 V
- v některých případech je možné baterie vysokofrekvenčně dobíjet

Literatura

1. Bronzino, J. D.: Biomedical Devices and Systems. CRC Press, 2006.
2. Rozman, J. a kol.: Elektronické přístroje v lékařství. Academia, Praha, 2006.
3. Webster, J. G.: Medical Instrumentation – Application and Design. Wiley, 4 edition, 2007.
4. Wikipedia: Artificial pacemaker.
<http://en.wikipedia.org/wiki/Pacemaker> [2. 11. 2008]