

Odezva kardiostimulačního zařízení na detekci nízkofrekvenční elektromagnetické interference

Ing. Jan Morava <jan.morava@tul.cz>, prof. Ing. Aleš Richter, CSc.

ABSTRAKT

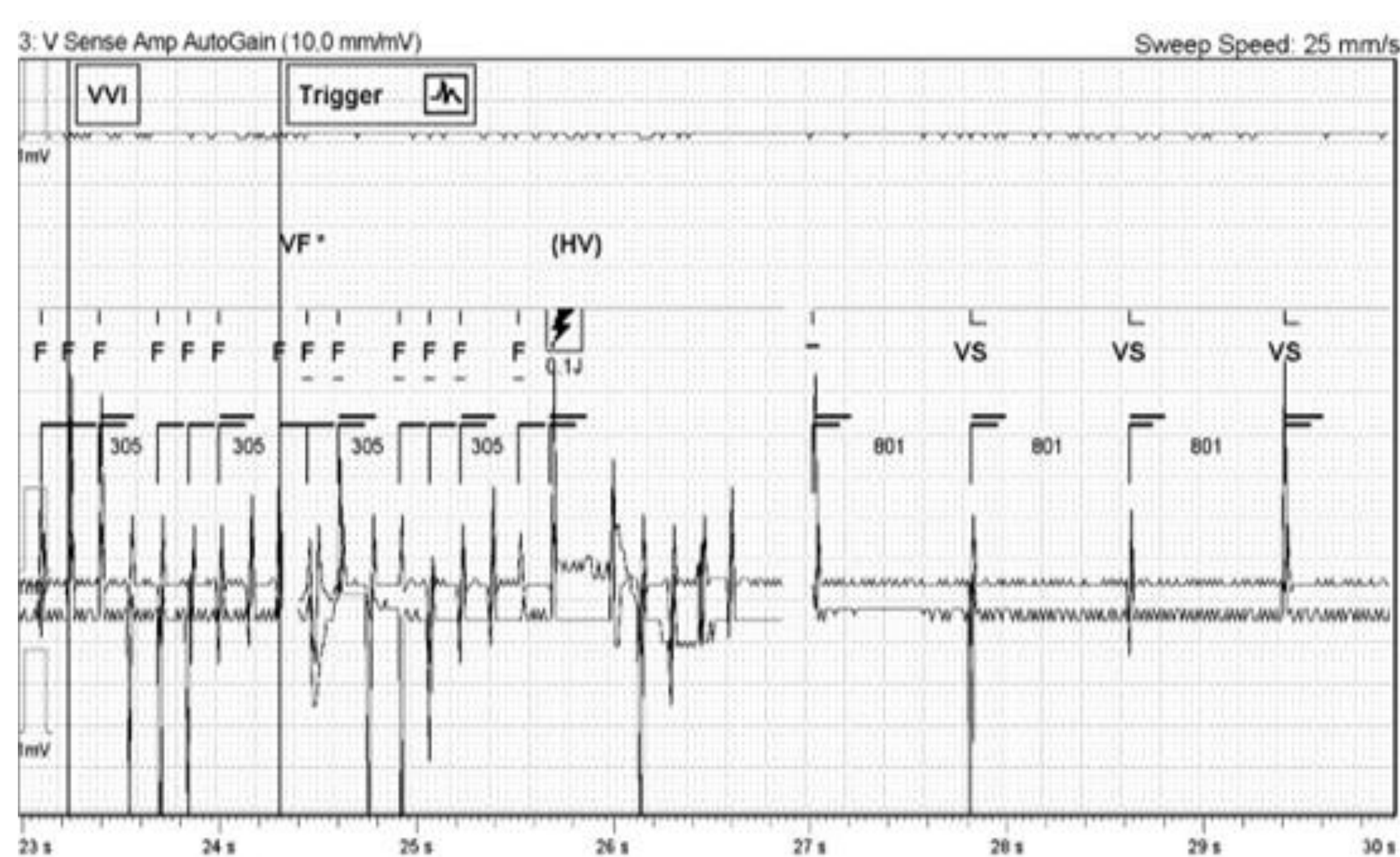
Cílem příspěvku je analýza odezvy detekčních algoritmů kardiostimulátoru na přítomnost externích zdrojů interferenčních nízkofrekvenčních elektromagnetických polí, které mohou narušit správnou funkci přístroje. Prezентujeme experimenty vystavení kardiostimulačního zařízení takovému rušení a analyzujeme jeho chování a správnou funkčnost.

ÚVOD

Kardiostimulační implantabilní zařízení se využívají u pacientů s poruchou převodního systému srdečního pro léčbu bradyarytmie (kardiostimulátory) a tachyarytmie (kardiovertry-defibrilátory). Funkce těchto zařízení je založená na stejném principu. Přístroj detekuje a interpretuje elektrický signál z konce intrakardiálních elektrod a dle potřeby aplikuje do stejného místa stimulační impuls k depolarizaci buněk myokardu. Detekce elektrických signálů, které nejsou fyziologickou aktivitou srdce, může způsobit nesprávnou funkci přístroje, což může přímo ohrozit pacienta. Pro kardiostimulátor je nebezpečnější nízkofrekvenční rušení podobající se frekvenčně možné fyziologické srdeční akci. Spodní hranici lze definovat základní stimulační frekvencí (okolo 60/min, 1Hz). Zde je riziko inhibice stimulace. U vyšších frekvencí (nad 180/min) hrozí u defibrilátorů neadekvátní terapie (výboj). EMI může způsobit změnu programace přístroje.

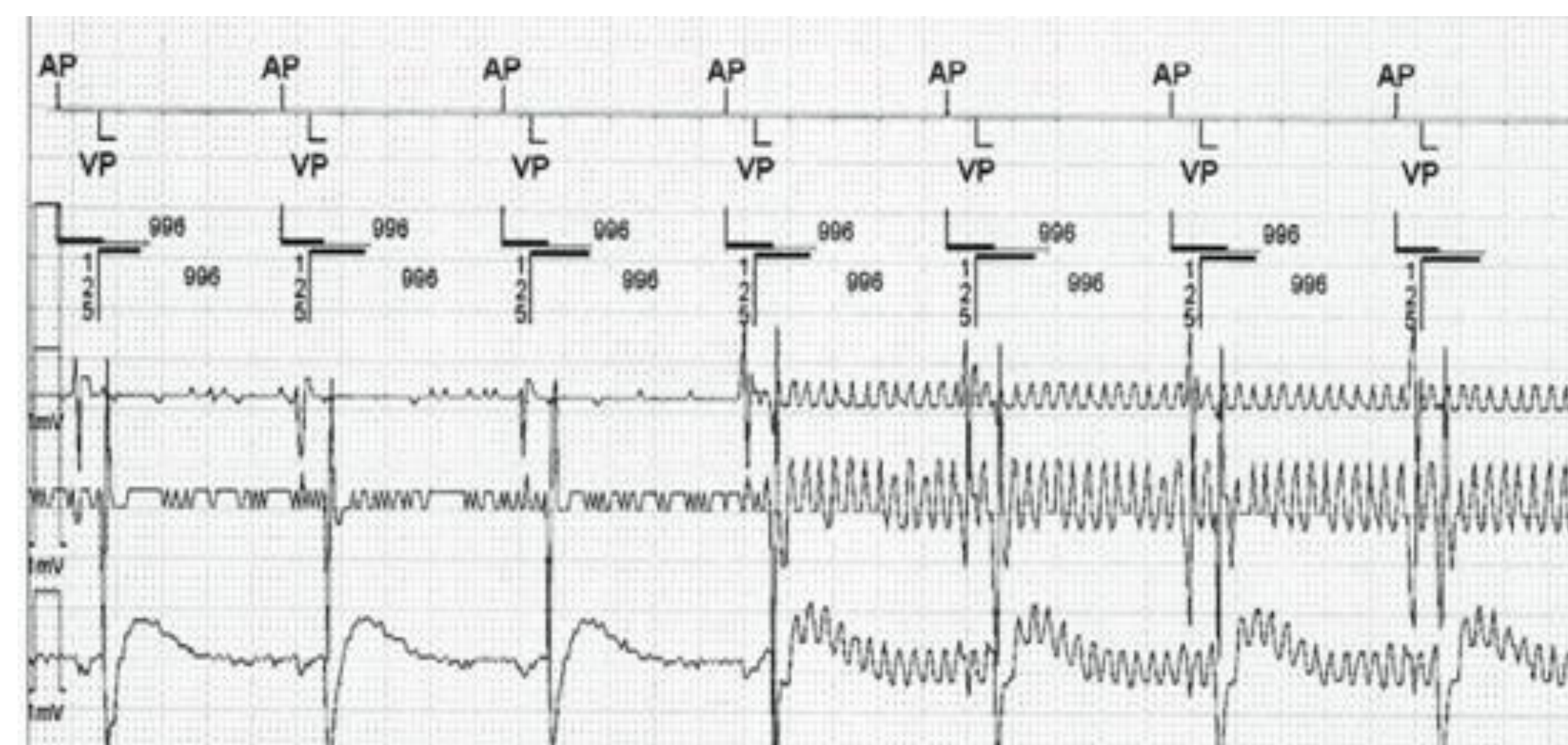
METODIKA

Při testování odezvy přístroje jsme zvolili jednodutinový defibrilátor v bipolární konfiguraci. Pomocí externího stimulátoru ERA 20 jsme na konec elektrody umístěný ve fyziologickém roztoku stimulovali impulzy potřebných parametrů o frekvenci 390/min (6,5Hz). Jak je patrné na intrakardiálním záznamu, přístroj detekoval interferenci jako fibrilaci komor (VF) a po doručení terapie (výboj 0,1J) pokračoval 30s ve stimulaci v režimu Post-Shock.



Externí stimulace 6,5Hz interpretovaná jako fibrilace komor.

Ve druhé ukázce jsme simulovali rušivé EM pole pomocí říditelné cívky a biventrikulárního defibrilátoru. Distální konec elektrody byl ve fyziologickém roztoku umístěn ve vzdálenosti < 1cm od zdroje. Elektroda byla vystavena harmonickému nízkofrekvenčnímu poli o frekvencích 5 - 20Hz. Aplikační čas byl 5s.



EM interference 15Hz indukovaná říditelnou cívkou.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Signály indukované zdrojem nízkofrekvenčních EM polí byly pro použité přístroje jasně viditelné a v praxi by je přístroj interpretoval jako vlastní srdeční komorovou akci. Jelikož jsme k simulaci využili implantabilní defibrilátory, při začátku působení EMI by byla inhibována komorová stimulace, spustila by se detekce v zóně VF (zóna pro maligní fibrilaci komor) a přístroj by začal dávat neadekvátní terapii defibrilačním výbojem. Přístroj nehlídá tvar snímaného signálu (komplexu), podle kterého by bylo možné rušení a arytmiu odlišit, ale monitoruje především frekvenci a amplitudu kmitů, případně intervaly a setrvalost signálu. Experimentálně se nám povedlo vyvolat chybnou odezvu přístroje.

Závažnost této problematiky roste s rapidně narůstajícím počtem kardiologických pacientů, kteří jsou denně vystavováni potenciálnímu nebezpečí. Moderní kardiostimulační systémy se snaží využívat softwarové, hardwarové prostředky k minimalizaci rizik spojených s EMI, ale i ty mají své limity.

REFERENCE

- [1] KOPAS, David. *Kardiostimulační technika*. Praha: Mladá fronta a.s., 2011. ISBN 978-80-204-2492-1.
- [2] ELLENBOGEN, KENNETH A., BRUCE L., WILKOFF and G. NEAL KAY.: *Clinical cardiac pacing, defibrillation, and resynchronization therapy*. Philadelphia, PA: Elsevier, 2017. ISBN 978-0-323-37804-8.
- [3] MORAVA, J., RICHTER, A. a KUČERA, P. *Electromagnetic compatibility of cardiostimulation technology in relation to human body - the introductory study*. IFBME Proceedings 0. vyd. Springer Singapore, 2019 S. 755-760. ISBN: 9789811090349, ISSN: 1680-1737.