

Analýza rizik obloukového svařování pro pacienta s kardiostimulátorem

Tomáš Souček <tomas.soucek@tul.cz>, Aleš Richter

ÚVOD

Pacienti s kardiostimulátory jsou každý den vystaveni vnějším elektromagnetickým polím, které mohou ovlivnit funkci jejich kardiostimulačního přístroje. Mezi potenciálně nebezpečné zdroje patří také technika pro svařování elektrickým obloukem. Pro zachování bezpečí pacientů s co nejmenším množstvím omezení v běžném životě je třeba detailněji zkoumat vlivy jednotlivých přístrojů a stanovit meze jejich bezpečného používání. Tento článek se zaměřuje na testování funkce kardiostimulátorů za podmínek, kterým je pacient vystaven při svařování.

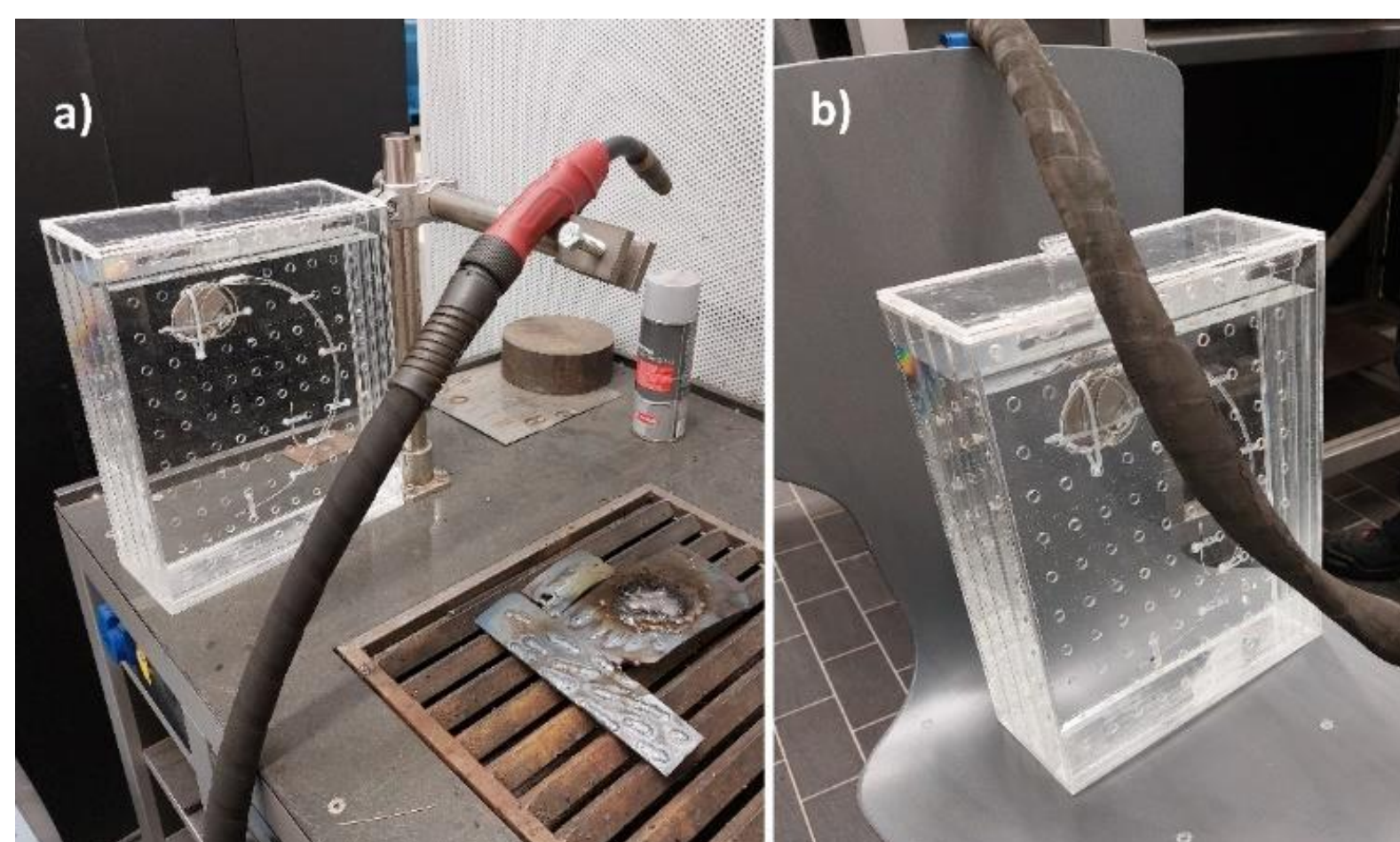
METODY

Jako zdroj rušení byly využity dvě svářecí stanice - TransSynergic 2700 pro sváření stejnosměrným proudem (MIG, max. 270 A) a MagicWave 2200 pro sváření střídavým proudem (TIG, max. 220 A). Bylo provedeno měření in-vitro, kdy bylo rušení vystaveno 9 vybraných explantovaných kardiostimulátorů Biotronik. Výběr obsahoval jednodutinové i dvoudutinové kardiostimulátory v bipolární i unipolární konfiguraci. Nastavení přístrojů odpovídalo nastavení po explantaci, pouze byla sjednocena stimulační frekvence, a nastavena minimální senzitivita.

Tabulka 1: Seznam testovaných přístrojů a nastavených parametrů

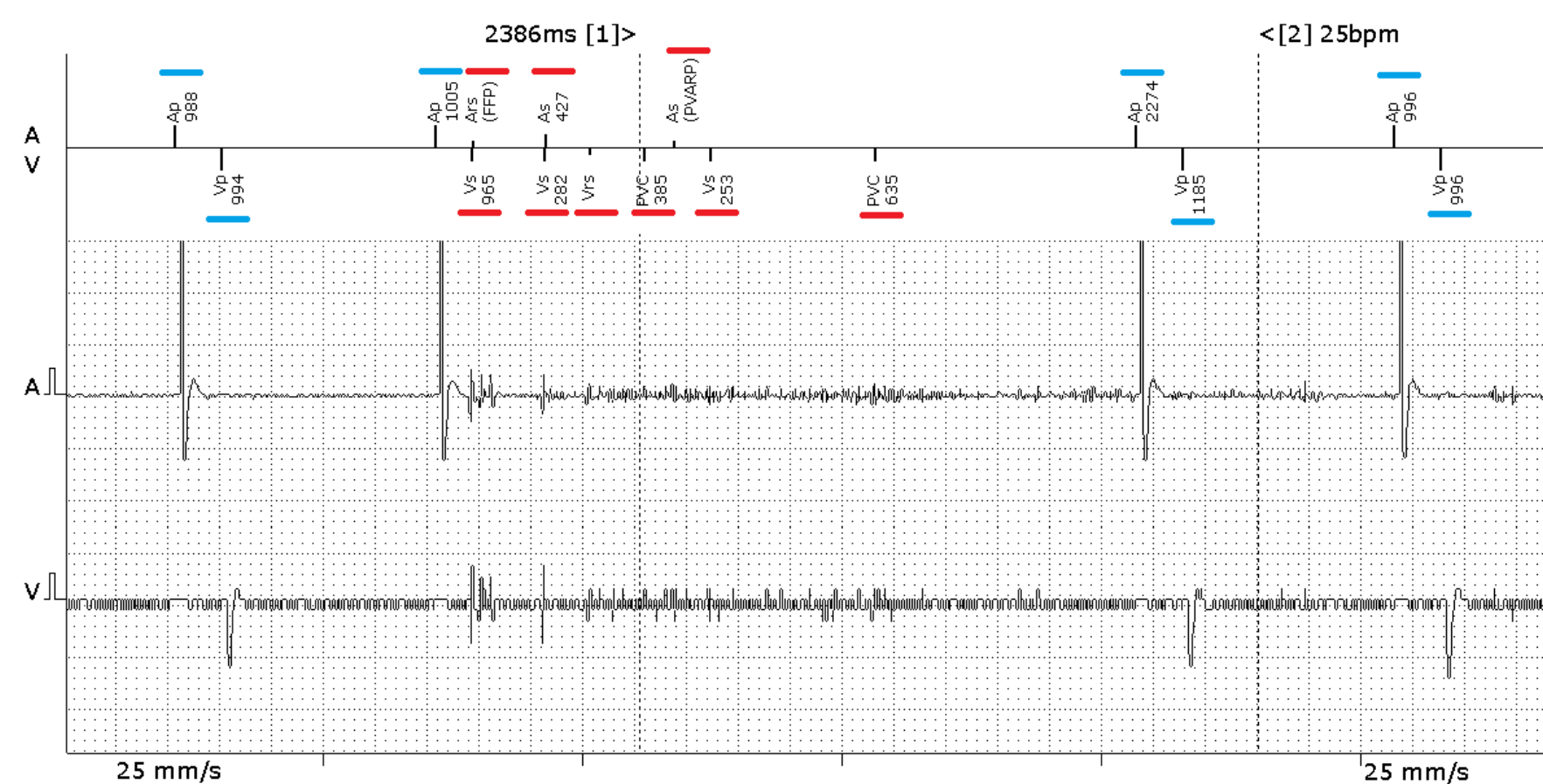
Model	Stimulační režim	Stimulační frekvence [bpm]	High rate A/V [bpm]	Senzitivita A/V [bpm]	PVARP [ms]	Mode switch [bpm]
Enitra 8 DR-T	DDDR	60	180/180	0,1/0,5	225	160
Enitra 8 DR-T	DDDR	60	150/150	0,1/0,5	225	160
Etrinsa 8 DR-T	DDDR	60	180/180	0,1/0,5	225	160
Evia DR-T	DDDR	60	200/180	0,1/0,5	250	160
Effecta DR	DDDR	60	200/180	0,1/0,5	250	160
Enticos 4 DR	DDDR	60	180/180	0,1/0,5	225	140
Entovis DR-T	DDDR	60	200/180	0,1/0,5	300	140
Entovis SR-T	VVIR	60	180	0,5	-	-
Effecta SR	VVIR	60	180	0,5	-	-

Testované kardiostimulátory byly umístěny do fantomu o rozměrech 250×320×105 mm. Fantom byl naplněn fyziologickým roztokem, který simuloval elektrické podmínky lidského těla. Dále byl vybaven plastovou deskou s otvory pro nastavení žádaného tvaru umístění elektrod. Tvar elektrody byl půlkruhový o celkové ploše 225 cm², což představuje maximální dosažitelnou efektivní indukční plochu tvořenou elektrodou. U dvoudutinových přístrojů tvar síňové elektrody odpovídal časté fixaci v oušku pravé síně.



Obrázek 1: Umístění fantomu s kardiostimulátorem – a) v blízkosti místa svařování, b) v blízkosti kabelu elektrody

VÝSLEDKY



Obrázek 2: Intrakardiální záznam – stimulační pulzy kardiostimulátoru (modrá), rušení chybně interpretované jako srdeční akce (červená)

Při expozici dostatečně silnému rušivému poli kardiostimulátor detekoval signály, které interpretoval jako vlastní srdeční aktivitu a přerušil stimulaci. Při zvětšování vzdálenosti od zdroje rušení klesá počet chybně interpretovaných událostí.

Na základě měření byly stanoveny bezpečné vzdálenosti od tří rizikových oblastí, kdy k chybné interpretaci již nedocházelo a funkce kardiostimulátorů tak nebyla ovlivněna.

Při sváření střídavým proudem se kardiostimulátory ukázaly být k rušení náchylnější. Kardiostimulátory byly rušeny ve značně větších vzdálenostech, které již prakticky znemožňují práci se svářecí stanicí.

Tabulka 2: Bezpečné vzdálenosti při sváření - DC

	Bipolární snímání	Unipolární snímání
Místo sváru	20 cm	40 cm
Kabel elektrody	20 cm	50 cm
Zdroj	10 cm	10 cm

Tabulka 3: Bezpečné vzdálenosti při sváření - AC

	Bipolární snímání	Unipolární snímání
Místo sváru	60 cm	80 cm
Kabel elektrody	40 cm	50 cm
Zdroj	20 cm	40 cm

ZÁVĚR

Soubor doporučení:

- Dodržení bezpečných vzdáleností
- Svařování stejnosměrným proudem
- Nastavení bipolární konfigurace elektrod

[1] MORAVA, J. a A., Richter. The Change of Cardiac Stimulation Device Programming Due to Detection of Electromagnetic Interference. *Lékař a Technika*. Czech Technical University in Prague - Central Library, 2021, roč. 50, č. 2. S. 65 – 68. ISSN: 0301-5491.MCCAIG

[2] BEINART, R. a S., Nazarian. Effects of External Electrical and Magnetic Fields on Pacemakers and Defibrillators. *Circulation* [online]. 2013, 128(25), 2799-2809 [cit. 2023-07-03]. ISSN 0009-7322. Dostupné z: doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.113.005697

[3] TIKKAJA, Maria. Environmental Electromagnetic Fields : Interference With Cardiac Pacemakers and Implantable Cardioverter-defibrillators. *People and Work Research Reports*. Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health, 2014. ISBN 978-952-261-419-3.

[4] TRIGANO, Alexandre, Pierre Deloy, Olivier Blandeau, et al. Arc welding interference recorded by an implanted cardiac pacemaker. *International Journal of Cardiology*. 2006, 109(1), 132-134. doi:10.1016/j.ijcard.2005.03.071

[5] IRNICH, W. Electronic Security Systems and Active Implantable Medical Devices. *Pacing and Clinical Electrophysiology*. 2002. 25(8), 1235–1258. DOI:10.1046/j.1460-9592.2002.01235.x