

Inappropriate shocks from subcutaneous implantable cardioverter-defibrillator induced by chest compressions

Neadekvátní výboje subkutánního implantabilního kardioverter-defibrilátoru indukované komprese hrudníku

Cmorej PCH¹, Smržová E¹, Bulíková T², Peřan D³, Kohlová A⁴, Fleischmann O⁵

¹Zdravotnická záchranná služba Ústeckého kraje, p. o., Ústí nad Labem, Česká republika

Cmorej PCH, Smržová E, Bulíková T, Peřan D, Kohlová A, Fleischmann O. **Inappropriate shocks from subcutaneous implantable cardioverter-defibrillator induced by chest compressions.** Cardiology Lett. 2018;27(5):252–256

Abstract. This article focuses on the case of a 30-year-old patient with subcutaneous implantable cardioverter-defibrillator (S-ICD) implanted after heart transplantation who was resuscitated in a pre-hospital setting. The aim of the text is to introduce the topic of the inappropriate defibrillation shocks delivered by S-ICD due to wrong rhythm analysis of induced artefacts because of chest compressions.

The S-ICD evaluated the artefacts from the chest compressions as a defibrillated rhythm despite the fact that the professional monitor-defibrillator of the Emergency Medical Services (EMS) had evaluated the rhythm as asystole. The defibrillation shocks were delivered by the S-ICD despite the setting of Conditional Shock Zone at 200 beats per minute (bpm) and the Shock Zone at 230 bpm. The bystander who was providing chest compression was hit by a S-ICD shock and was shaken for several minutes after the shock. The EMS crew was unsuccessful in deactivating the detection of arrhythmias and defibrillation of the S-ICS by placing a magnet over the device. Literature search did not find any similar case reports about the inappropriate defibrillation shocks delivered by S-ICD due to wrong rhythm analysis because of chest compressions induced artefacts. Fig. 2, Ref. 11, on-line full text (Free, PDF) www.cardiologyletters.sk

Key words: defibrillator – inappropriate shock – resuscitation – subcutaneous implantable cardioverter-defibrillator

Cmorej PCH, Smržová E, Bulíková T, Peřan D, Kohlová A, Fleischmann O. **Neadekvátní výboje subkutánního implantabilního kardioverter-defibrilátoru indukované komprese hrudníku.** Cardiology Lett. 2018;27(5):252–256

Abstrakt. Článek je zaměřen na popis případu 30 letého pacienta po transplantaci srdce se subkutánním implantabilním kardioverter-defibrilátorem, který byl resuscitován v přednemocniční neodkladné péči pro mimonemocniční náhlou zástavu oběhu. Problémem byl výskyt neadekvátních výbojů S-ICD způsobený chybnou analýzou artefaktů vzniklých komprese hrudníku.

V průběhu resuscitace byly artefakty způsobené komprese hrudníku vyhodnoceny S-ICD za defibrilovatelnou poruchu srdečního rytmu, ačkoliv na profesionálním monitoru zdravotnické záchranné služby byla zjevná

Ze ¹Zdravotnické záchranné služby Ústeckého kraje, p. o., Ústí nad Labem, Česká republika, ²Slovenskej zdravotníckej univerzity v Bratislave, Fakulta ošetrovateľstva a odborných zdravotníckych štúdií, Záchranná zdravotná služba Life Star Emergency, Limbach, Slovenská republika, ³Zdravotnické záchranné služby hlavního města Prahy, Kabinet veřejného zdravotnictví, 3. lékařská fakulta, Univerzita Karlova v Praze, Česká republika, ⁴Univerzity Jana Evangelisty Purkyně, Fakulta zdravotnických studií, Ústí nad Labem, Česká republika a ⁵Zdravotnické záchranné služby Ústeckého kraje, p. o., Ústí nad Labem, Česká republika, Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, Pedagogická fakulta, Ústí nad Labem, Česká republika

Do redakcie došlo dňa 15. októbra 2018; prijaté dňa 16. októbra 2018

Adresa pre korešpondenciu: PhDr. Patrik Christian Cmorej, PhD., Zdravotnická záchranná služba Ústeckého kraje, p. o., Sociální péče 799/7A, 400 11 Ústí nad Labem, Česká republika, e-mail: cmorej.patrik@zssuk.cz

asystolie. Výboje byly aplikovány navzdory programovému nastavení zóny podmíněného výboje a zóny výboje na 200, respektive 230 tepů za minutu. Zajímavým aspektem resuscitace je zasažení resuscitujícího svědka události výbojem S-ICD, který po výboji zůstal několik minut značně otřesený. Záchranářům se nepodařilo deaktivovat funkci detekce arytmií a tím spojené inhibice defibrilace přiloženým magnetem určeným pro konvenční ICD. Autorům se dosud nepodařilo nalézt v literatuře podobnou kazuistiku pojednávající o neadekvátních výbojích S-ICD způsobených chybnou analýzou artefaktů vzniklých kompresemi hrudníku. Obr. 2, Lit. 11, on-line full text (Free, PDF) www.cardiologyletters.sk

Klíčová slova: defibrilace – neadekvátní výboj – resuscitace – subkutánní implantabilní kardioverter-defibrilátor

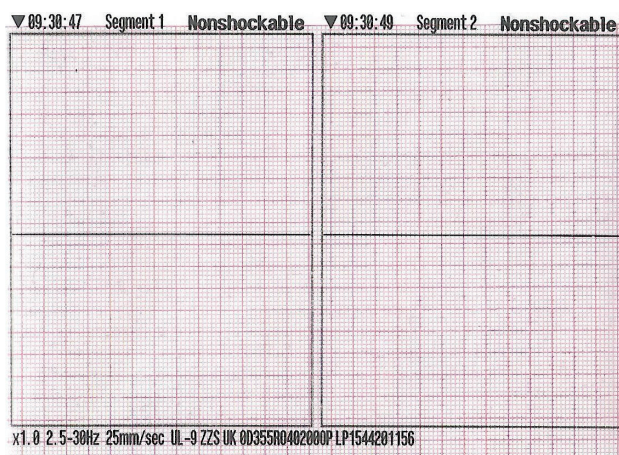
Subkutánní implantabilní kardioverter-defibrilátor (S-ICD) je přístroj určený k primární nebo sekundární prevenci náhlé srdeční smrti způsobené komorovou tachykardií či fibrilací komor. Obvykle bývá implantován pacientům s vysokým rizikem náhlé srdeční smrti, u kterých je pro infekční či jiné komplikace kontraindikováno zavedení konvenčního endovazálního implantabilního kardioverter-defibrilátoru (ICD) (1). Cílem tohoto sdělení je upozornit na případ nesprávně indikovaných výbojů S-ICD u pacienta s mimonemocniční náhlou zástavou oběhu, u kterého došlo při verifikované asystolii k aplikaci defibrilačních výbojů vyvolaných kompresemi hrudníku. Neadekvátní výboje se nepodařilo zasahujícím záchranářům deaktivovat přiložením magnetu nad generátor S-ICD.

Kazuistika

Popisujeme případ 30letého muže, který v roce 2006 podstoupil transplantaci srdce pro terminální srdeční selhání v důsledku dilatační kardiomyopatie. Po 12 letech od transplantace srdce byl pacient na základě kardiologického vyšetření zařazen na čekací listinu na druhou transplantaci srdce. Na překlenutí předtransplantačního období byl pro vysoké riziko náhlé srdeční smrti indikován k implantaci S-ICD (EMBLEM MRI S-ICD, Boston Scientific) s programovým nastavením zóny podmíněného výboje na 200 tepů/min a zóny výboje na 230 tepů/min.

Po 5 měsících od implantace S-ICD pacient rybařil s přáteli. V průběhu rybaření odešel na toaletu. Po 20 minutách byl nalezen v bezvědomí, bez dechové aktivity. Přátelé neprodleně aktivovali přes tísňovou linku zdravotnickou záchrannou službu a operátorem zdravotnického operačního střediska byla ihned zahájena telefonicky asistovaná neodkladná resuscitace. Na místo události byly vyslány výjezdové skupiny rychlé zdravotnické pomoci a letecké záchranné služby. Posádka rychlé zdravotnické pomoci dorazila na místo události za 8 minut od volání na zdravotnické operační středisko. Po příjezdu záchranáři ověřili náhlou zástavu oběhu a pokračovali v resuscitaci podle European Resuscitation Council Guidelines 2015. Po nalepení defibrilačních elektrod (Quick-Combo – Redi Pak) byla provedena analýza srdečního rytmu v modu automatizovaného externího defibrilátoru (AED) na

profesionálním monitoru/defibrilátoru (Lifepak 15, Physio Control). První analýza nedoporučila výboj z důvodu přítomné asystolie. Bezprostředně po analýze rytmu pokračovali záchranáři v kompresích hrudníku a ve ventilaci ručním resuscitačním vakem s připojeným kyslíkem v poměru 30:2. Po druhé analýze srdečního rytmu nebyl výboj opět doporučen z důvodu přetrvávající asystolie. Posádkou ZZS byl využit svědek události ke střídání v provádění kompresí hrudníku. Záchranářem byl zajištěn periferní žilní vstup a aplikován 1 mg adrenalinu intravenózně. I při třetí analýze rytmu v modu AED na monitoru stále přetrvávala asystolie. V páté minutě neodkladné resuscitace při probíhajících kompresích hrudníku byl pacientovi náhle aplikován výboj S-ICD, o jehož přítomnosti do této chvíle posádka ZZS nevěděla. Svědek události, který prováděl komprese hrudníku, neměl ochranné rukavice a v teplém počasí se během resuscitace významně potil, byl výbojem odhozen asi metr od pacienta a zůstal několik minut otřesen. Výboj byl u pacienta doprovázen viditelným stahem kosterních svalů horních končetin a trupu tak, jak jsme obvykle zvyklí při externí defibrilaci. Po výboji S-ICD na monitoru (Lifepak 15, Physio Control) stále přetrvávala asystolie (**obrázek 1**). Bezprostředně po výboji S-ICD na místo dorazila posádka letecké záchranné



Obrazek 1 Záznam z monitoru/defibrilátoru ZZS s přítomnou asystolií bezprostředně po neadekvátním výboji S-ICD

služby s lékařem, který převzal vedení resuscitace. Následně záchranáři našli vlevo na hrudníku ve střední axilární čáře hmatnou kovovou rezistenci, kterou vyhodnotili jako pravděpodobný zdroj výbojů, tedy ICD. Přestože měli záchranáři nasazené ochranné rukavice, komprese hrudníku byly nadále protektivně prováděny přes ochrannou plastovou folii staženou z nalepovacích defibrilačních elektrod (Quick-Combo – Redi Pak). Lékařem byly zajištěny dýchací cesty endotracheální intubací s následným napojením kontinuální monitorace EtCO₂, jehož vstupní hodnota byla 9 mmHg. Nízké hodnoty EtCO₂ přetrvávaly po celou dobu resuscitace. Po zajištění dýchacích cest byl pro opakované defibrilační výboje nad generátor S-ICD umístěn magnet M50 (Biotronic Company). Přesto došlo v průběhu resuscitace k dalším výbojům S-ICD. Na profesionálním monitoru/defibrilátoru (Lifeepak 15, Physio Control) byla před i po výboji verifikována asystolie. Po 30 minutách byla přítomným lékařem neodkladná resuscitace pro vyčerpání všech terapeutických možností ukončena. Celkově bylo podáno 6 mg adrenalinu intravenózně. Na monitoru (Lifeepak 15, Physio Control) byla po celou dobu resuscitace zaznamenána asystolie. Během resuscitace došlo k podání celkem 9 defibrilačních výbojů přístrojem S-ICD.

Příčinou smrti byl dle závěru soudního lékaře provádějícího pitvu akutní infarkt myokardu postihující rozsáhlou část přední a spodní stěny myokardu s akutními ischemickými změnami předního a zadního papilárního svalu. Ramus interventricularis anterior byl postižený 75 % stenózou s akutní trombózou v distální části tepny. Dále byly na srdci plošné srůsty perikardu s epikardem s chronickou neprůchodností arteria coronaria dextra. Ramus circumflexus byl průchodný pouze 5 cm v proximální části tepny.

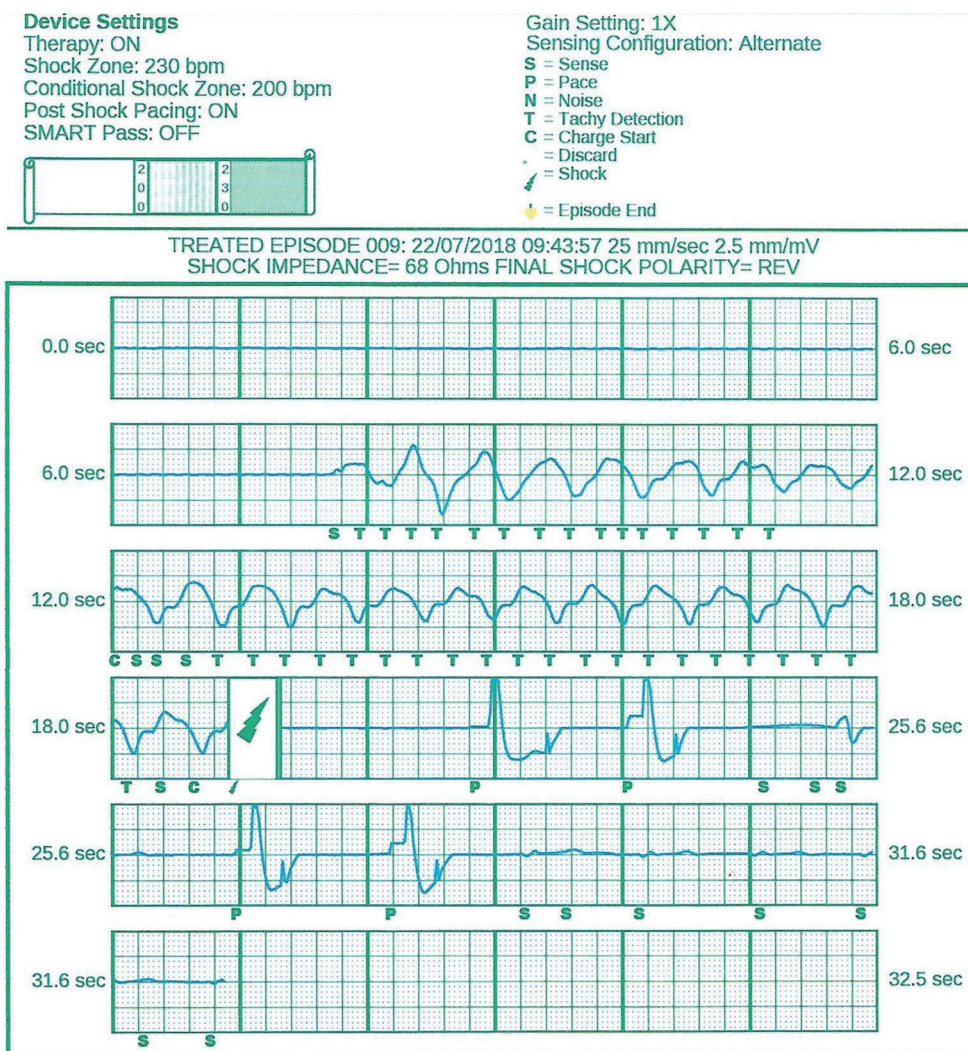
Diskuze

V současné době chybí epidemiologická data o pacientech s implantovaným S-ICD stížených mimonemocniční náhlou zástavou oběhu. Ve Spojených státech jsou S-ICD schválené Food and Drugs Agency od roku 2012 (2). V Evropě se S-ICD implantují od roku 2009 (3). Relativně krátká doba a malý počet pacientů s S-ICD má za následek nedostatek znalostí a zkušeností s těmito typy přístrojů u lékařů a záchranářů v přednemocniční neodkladné péči. Absence dat nedovoluje v kontextu Evidence Based Medicine publikovat jednoznačná doporučení pro péči o pacienta s implantovaným S-ICD s mimonemocniční náhlou zástavou oběhu.

Na základě zjištění prezentovaných v naší kazuistice považujeme za zásadní několik momentů. Především se jedná o skutečnost, že S-ICD nemá tak sofistikovaná diskriminační kritéria pro fibrilaci komor či komorovou tachykardii jako endovazální přístroj (ICD). Výskytem neadekvátních výbojů S-ICD se zabýval Nordkamp, který analyzoval data 581 pacientů z EFFORTLESS S-ICD Registry, ve kterém jsou soustředěna

data o pacientech s S-ICD z klinických pracovišť v Evropě a na Novém Zélandu. U 48 pacientů (8,3 %) zaznamenal celkem 101 neadekvátních výbojů. Nejčastějšími příčinami neadekvátních výbojů byly cardiac signal oversensing, především T-wave oversensing následované supraventrikulárními tachykardiemi (4). Auricchio et al. uvádí zkušenost s neadekvátním výbojem v průběhu prvního roku po implantaci u 6,4 % pacientů (5). Corzani et al. publikoval případ neadekvátních výbojů způsobených myopotential oversensing u pacienta s S-ICD (6). Publikovaná data však nepojednávají o příčinách neadekvátních výbojů u pacientů resuscitovaných z důvodu mimonemocniční náhlé zástavy oběhu. Neadekvátní výboje S-ICD u prezentovaného pacienta byly způsobeny chybnou analýzou artefaktů vzniklých kompresemi hrudníku, které byly vyhodnoceny jako defibrilovatelná porucha srdečního rytmu. Zajímavým aspektem této chybné analýzy je skutečnost, že frekvence artefaktů imitujících QRS komplexy odpovídala prováděným kompresím hrudníku. Přístrojem S-ICD byly aplikovány výboje navzdory nastavení zóny podmíněného výboje a zóny výboje na 200, respektive 230 tepů za minutu (**obrázek 2**). Výrobce S-ICD (EMBLEM MRI S-ICD, Boston Scientific, MN, USA) ve vztahu k interferenci přístroje při kardiopulmonální resuscitaci pouze uvádí, že může dojít k dočasnému narušení snímání se zpožděním terapie. Možnost neadekvátního výboje neuvádí (7).

Dalším momentem hodným pozornosti jsou defibrilační elektrody S-ICD, které jsou uloženy subkutánně. Z tohoto důvodu je nutné nastavení vyšší energie defibrilačního výboje (až 80 J). V prezentované kazuistice zmiňujeme resuscitujícího svědka události zasaženého výbojem. Pro autory kazuistiky je překvapivá intenzita výboje, která jej zasáhla. Výrobce S-ICD (EMBLEM MRI S-ICD, Boston Scientific) uvádí, že osoba provádějící komprese hrudníku může při výboji cítit mravenčení. Tomu však neodpovídá naše zkušenost, neboť zasažený svědek události zůstal po výboji značně otřesen. Výboj byl doprovázen viditelným stahem kosterních svalů horních končetin a trupu pacienta. S-ICD je schopno generovat výboj v rozmezí 10 – 80 J a hodnota výboje S-ICD pacienta uvedeného v kazuistice byla nastavena na 80 J. Ačkoliv publikované práce neprokázaly vážné poranění u záchranářů či osob provádějících laickou resuscitaci způsobené zasažením výboje při použití automatizovaného externího defibrilátoru (8), nelze tyto závěry aplikovat na rizika spojená s neadekvátní defibrilací pacienta s S-ICD. Koster et al. zmiňují ve své publikaci 4 kazuistiky referující o zasažení náhodných svědků výbojem z konvenčního ICD v průběhu kardiopulmonální resuscitace. V jednom případě došlo k poranění periferního nervu u resuscitující osoby (9). Dosud však chybí data věnovaná rizikům spojeným se zasažením výboje z S-ICD u osob poskytujících mimonemocniční neodkladnou resuscitaci. Diskutabilní nadále zůstává ochranná funkce rukavic v rámci prevence poranění způsobeného defibrilačním výbojem. Podle výsledků řady



Obrázek 2 Na záznamu z S-ICD je patrná asystolie v době analýzy rytmu, po které následují artefakty vzniklé kompresemi hrudníku a neadekvátní defibrilační výboj

práci je možné, že tyto rukavice nezaručují potřebnou úroveň elektrické izolace (10). Ve vztahu k mimonemocniční resuscitaci pacienta s S-ICD je nutné mít na paměti, že úvodní resuscitace je často prováděna svědky události bez použití jakýchkoliv ochranných pomůcek eliminujících riziko poranění způsobené zasažením výboje.

Z naší zkušenosti dále vyplývá, že deaktivace defibrilační funkce S-ICD pouhým přiložením magnetu nad generátor S-ICD obvyklým způsobem jako u konvenčního ICD je nespolehlivá. Při resuscitaci byl přiložen a přilepen magnet (Magnet M50, Biotronic) nad generátor S-ICD. Přesto však v dalším průběhu resuscitace došlo k podání několika defibrilačních výbojů. Záchranáři postupovali při přiložení magnetu podle doporučení ERC Guidelines 2015 pro resuscitaci pa-

cienta s ICD (11). Nicméně, výrobce S-ICD (EMBLEM MRI S-ICD, Boston Scientific, MN, USA) doporučuje deaktivaci defibrilační funkce realizovat přiložením magnetu nad horní či dolní pól generátoru s použitím typově kompatibilního magnetu (7). Tyto specifické požadavky jsou však při obvyklé neznalosti konkrétního typu S-ICD resuscitujícími záchranáři při mimonemocniční zástavě oběhu obtížně splnitelné.

Určitým problémem S-ICD zůstává obvyklá lokalizace generátoru S-ICD, která je shodná s doporučeným umístěním defibrilační elektrody ve střední axilární čáře v levé části hrudníku (11). To však přináší problémy s umístěním levé defibrilační elektrody při externí defibrilaci. Lokalizace generátoru S-ICD limituje jak latero-laterální, tak antero-laterální umístění defibrilační elektrody.

Literatura

1. Sideris S, Archontakis S, Gatzoulis KA, et al. The subcutaneous ICD as an alternative to the conventional ICD system: Initial experience in Greece and a review. *Hellenic J Cardiol* 2017;25:4-16.
2. Al-Khatib SM, Belbase S, Sauro D, et al. Inappropriate shocks in a patient with a subcutaneous implantable cardioverter-defibrillator. *HeartRhythm Case Rep* 2016;478-483.
3. <http://www.bostonscientific.com/en-EU/products/defibrillators/emblem-s-icd-system/clinical-data.html>
4. Nordkamp O. Invasive therapy for inherited cardiac arrhythmias: towards a better benefit-risk equilibrium. 2015. ISBN 9789461696113.
5. Auricchio A, Hudnall JH, Schloss EJ, et al. Inappropriate shocks in single-chamber and subcutaneous implantable cardioverter-defibrillators: a systematic review and meta-analysis. *Europace* 2017;19:1973-1980.
6. Corzani A, Ziacchi M, Biffi M, et al. Inappropriate shock for myopotential over-sensing in a patient with subcutaneous ICD. *Indian Heart J* 2015;67:56-59.
7. https://www.bostonscientific.com/content/dam/bostonscientific/Rhythm%20Management/portfolio-group/EMBLEM_S-ICD/Download_Center/359481-001%20EMBLEM%20S-ICD%20PTM_English.pdf
8. Petley GW, Cotton AM, Deakin CD. Hands-on defibrillation: theoretical and practical aspects of patient and rescuer safety. *Resuscitation* 2012;83:551-556.
9. Koster RW, Baubin MA, Bossaert LL, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators. *Resuscitation* 2010;81:1277-1292.
10. Deakin CD, Lee-Shrewsbury V, Hogg K, et al. Do clinical examination gloves provide adequate electrical insulation for safe hands-on defibrillation? I: Resistive properties of nitrile gloves. *Resuscitation* 2013;84:895-899.
11. Deakin CD, Nolan JP, Sunde K, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 3. Electrical therapies: automated external defibrillators, defibrillation, cardioversion and pacing. *Resuscitation* 2010;81:1293-1304.