



České vysoké učení technické  
v Praze  
Fakulta biomedicínského inženýrství



Úloha KA02/č. 3:

## Principy a aplikace defibrilátorů

Ing. Grünes Richard, Ph.D.  
(grunes@fbmi.cvut.cz)

### Poděkování:

Tato experimentální úloha vznikla za podpory Evropského sociálního fondu v rámci realizace projektu „Modernizace výukových postupů a zvýšení praktických dovedností a návyků studentů oboru Biomedicínský technik“, CZ.1.07/2.2.00/15.0415.

Období realizace projektu 11. 10. 2010 – 28. 2. 2013.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### 3. Principy a aplikace defibrilátorů

#### Obsah a cíl měření

Defibrilátory jsou lékařské přístroje, které slouží k potlačení srdeční arytmie jakou je tachykardie nebo fibrilace, kdy srdce díky nekoordinovaným stahům neplní svou fyziologickou funkci. Správnou srdeční činnost obnovuje defibrilátor pomocí elektrického výboje, tzv. defibrilačního impulzu, aplikovaného na srdeční sval. Současné typy defibrilátorů používají různé tvary defibrilačních impulzů o různé energii, která se může pohybovat od desetin Joulů až do stovek Joulů. Vzhledem k velikosti energie defibrilačního pulzu, a s tím také spojenými proudy o velikosti desítek ampérů, je žádoucí se seznámit s funkcí a konstrukcí těchto přístrojů a se správnými postupy při jejich použití nebo revizi. Cílem tohoto měření je seznámit se s funkcí defibrilátorů v režimu defibrilace i v režimu transkutánní stimulace. Pomocí analyzátoru defibrilátorů proměřit a ověřit parametry a tvary stimulačních pulzů pro různá nastavení přístroje. Jako velmi důležitý doplněk je zařazeno měření na defibrilátoru pomocí elektro-revizního přístroje.

#### Úkoly měření

Před vlastním měřením se seznámte s obsluhou a součástmi dostupných defibrilačních přístrojů (např. CardioServ, GE Healthcare [8] a BeneHeart D3, Mindray [9]) a analyzátoru defibrilátorů (DA-2006, BC Biomedical [7]). Během měření konzultujte se cvičícím všechny postupy. Pracujte s návody k obsluze [8] a [9] dostupnými na webových stránkách předmětu.

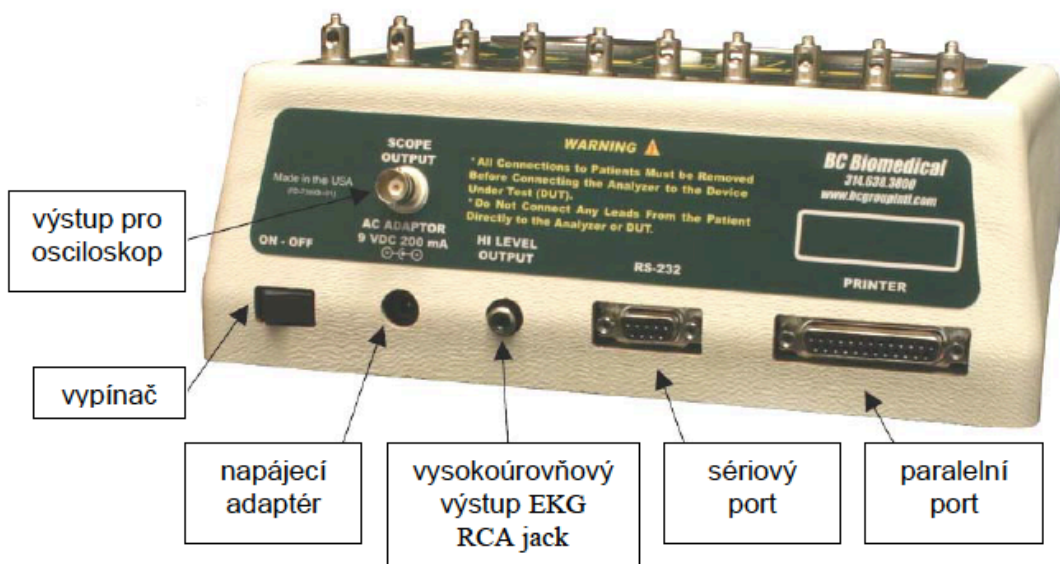
- 1) Pomocí analyzátoru defibrilátorů porovnejte nastavené a naměřené parametry defibrilačního pulzu pro více nastavení v rozsahu přístroje (nejméně 5 hodnot). Defibrilační pulzy porovnejte mezi jednotlivými přístroji a naměřené průběhy zakreslete.
- 2) Změřte dobu nabíjení kondenzátorů defibrilátoru.
- 3) Analyzátor defibrilátorů nastavte do módu „simulátor EKG“ a na monitoru defibrilátoru sledujte různé naprogramované srdeční arytmie. Dále přepněte analyzátor do režimu „Cardioversion test“. Pokuste se nastavit podle uživatelské příručky defibrilátoru režim synchronizované kardioverze (výboj synchronizovaný s nejbližší R-vlnou) a proměřte parametry synchronizovaného výboje pomocí analyzátoru.

- 4) Proměřte parametry a průběh pulzu externího defibrilátoru v režimu transkutánní stimulace připojeného pomocí přípravku k osciloskopu. Naměřené parametry pulzu porovnejte s parametry pulzů z bodu měření 2) a 3). Pro různé opakovací frekvence pulzů ověřte shodnost parametrů pulzu transkutánní stimulace pro jedno nastavení velikosti stimulačního proudu.
- 5) Pomocí elektro-revizního přístroje (MEDITEST 50) změřte unikající proudy příložnou částí. Vytvořte protokolární záznam o provedených měřeních a bezpečnostně-technické kontrole defibrilačního přístroje.

## Postup měření

Ad úkol 1)

Pomocí přepínače na zadní straně analyzátoru jej uvedte do provozu, Obr. 3.7. Podle Vámi zvolených energií na defibrilátoru nastavte analyzátor na odpovídající rozsah, Obr. 3.8. Rozsah energie nastavujte pomocí tlačítka „Range“ na „High Range Defibrillator“ pro energie výboje do 1000 J, nebo „Low Range Defibrillator“ pro energie výboje do 50 J. Vyčkejte, až se na displeji analyzátoru objeví hláška „Status: Ready for Defib“, nyní je analyzátor připraven k měření.



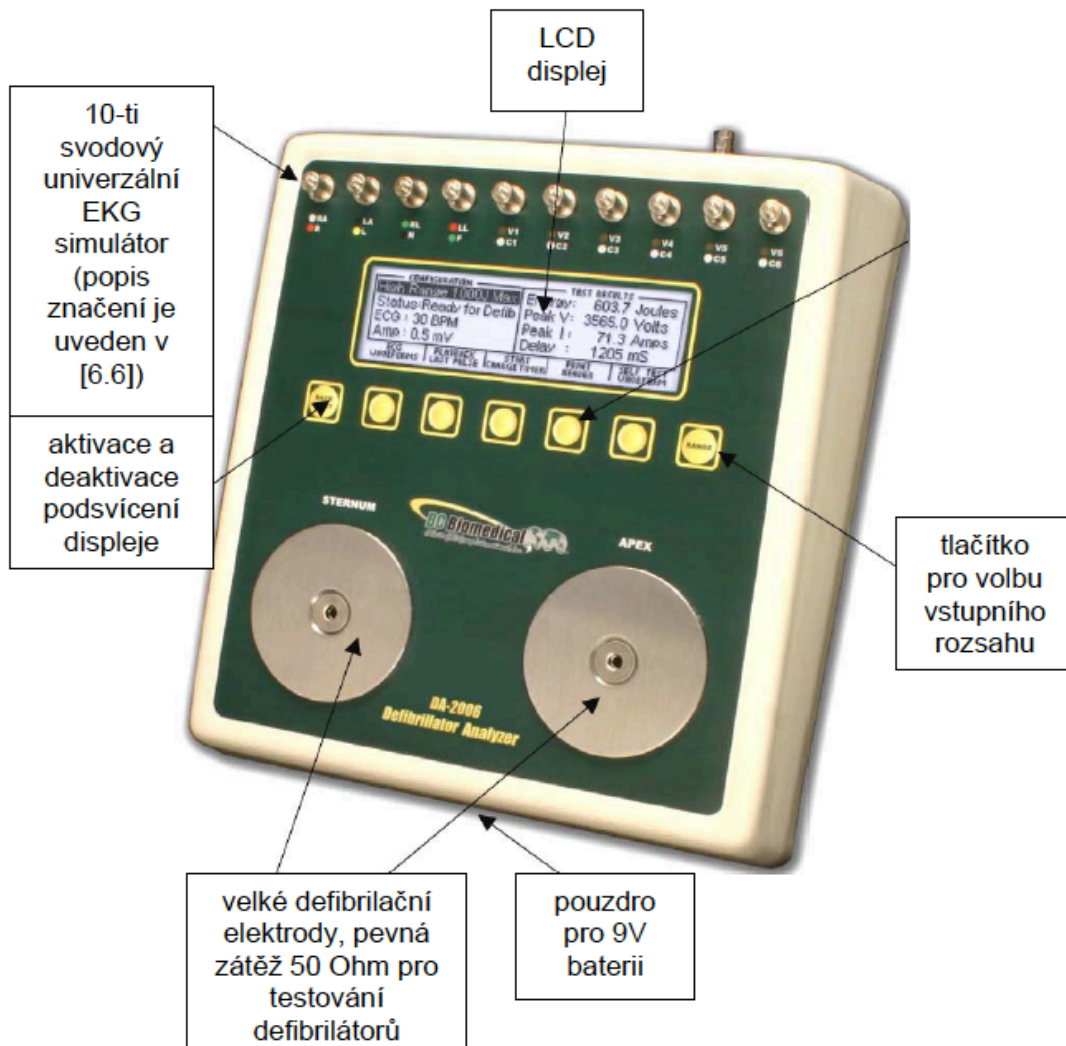
Obr. 3.7: Analyzátor defibrilátorů – pohled na zadní stranu s popisem

Na defibrilátoru zvolte hodnotu energie výboje odpovídající navolenému rozsahu na analyzátoru.

**Potřete gelem pro defibrilátory nebo EKG gelem elektrody defibrilátoru (tzv. Paddle), aby nedošlo k popálení povrchů stykových ploch!!!**

Přiložte elektrody defibrilátoru dokonale na elektrody analyzátoru a zmáčkněte tlačítko „Charge“ („Nabij“). V okamžiku zvukové signalizace o nabití defibrilátoru v klidu zmáčkněte pomocí palců současně obě tlačítka „Defib“ („Výboj“) na elektrodách.

**Dejte pozor na to, abyste při aplikaci výboje nenadzvedly elektrody defibrilátoru z elektrod analyzátoru, došlo by tak k přeskočení jiskry a k poškození (popálení) plochy elektrod. Zároveň dejte pozor aby se elektrody defibrilátoru vzájemně nedotýkaly okraji při aplikaci výboje.**



Obr. 3.8: Analyzátor defibrilátorů - celkový pohled s popisem

Na displeji analyzátoru odečtete a zapišete si energii aplikovaného výboje – „Energy“, špičkovou hodnotu napětí – „Peak V“, špičkovou hodnotu proud – „Peak I“ a dobu trvání defibrilačního pulzu. Pomocí tlačítka „Playback last pulse“ se přepnete do grafu časového průběhu defibrilačního pulzu a zakreslete si jeho tvar.

Ad úkol 2)

Přepnete analyzátor pomocí tlačítka „Range“ do režimu „High Range Defibrillator“. Na defibrilátoru nastavte maximální hodnotu energie výboje. Na analyzátoru stlačte tlačítko „Start charge timer“ během odpočtu na displeji „Charge Timer Will Begin in“ přiložte elektrody defibrilátoru na elektrody analyzátoru. V okamžiku kdy odpočet klesne na nulu stiskněte tlačítko pro nabíjení defibrilátoru a nechte defibrilátor nabít. Po dokončení nabíjení defibrilátor vybijte pomocí tlačítek pro vybití do analyzátoru. Na displeji analyzátoru odečtete hodnotu času nabíjení defibrilátoru „Chg Time: xxx.x sec“. Hodnotu porovnejte s údajem výrobce v návodu k obsluze [8, 9].

Ad úkol 3)

Připojte patientský kabel do konektoru pro vstup EKG na defibrilátoru a jeho druhý konec pomocí patentů na simulované elektrody v horní části přední strany analyzátoru. Dále již pokračujte podle pokynů uživatelské příručky k analyzátoru defibrilátorů. Prohlédněte si všechny dostupné průběhy EKG včetně arytmií.

Podle pokynů v uživatelském návodu k defibrilátoru [8, 9] nastavte defibrilátor do synchronizovaného režimu a proveďte synchronizovanou defibrilaci dle postupu z bodu 1). Na displeji analyzátoru odečtete a zapišete si energii aplikovaného výboje – „Energy“, špičkovou hodnotu napětí – „Peak V“, špičkovou hodnotu proud – „Peak I“ a dobu trvání defibrilačního pulzu. Pomocí tlačítka „Playback last pulse“ se přepnete do grafu časového průběhu defibrilačního pulzu a zakreslete si jeho tvar.

Ad úkol 4)

K defibrilátoru připojte kabely pro transkutánní stimulaci. Pomocí přípravku „Převodník pro pacing“ připojte stimulační kabely defibrilátoru k osciloskopu. Přípravek je výkonový dělič napětí s rezistory  $R_1 = 52 \Omega$  a  $R_2 = 7 \Omega$ , poměr pro napětí na výstupu je tedy 0,12.

### **Přepněte defibrilátor do režimu stimulace „Pacemaker Stimulation“ („KStim“)!!**

Na defibrilátoru nastavte různé hodnoty stimulačního proudu v celém rozsahu hodnot 0-200 mA a na osciloskopu odečtěte parametry pulzu (pro nejméně 5 hodnot), šířku pulzu, špičkovou hodnotu napětí, opakovací frekvenci pulzů a zakreslete si jejich průběh. Odečtené napětí na osciloskopu nezapomeňte přepočítat pomocí poměru na děliči. Z hodnoty nastaveného proudu a naměřeného napětí vypočítejte energii stimulačního pulzu.



Obr. 3.9: Převodník pro pacing, ukázka připojení stimulatoru a osciloskopu.

Zvolte jednu hodnotu stimulačního proudu a ověřte shodnost parametrů pulzů pro různé opakovací frekvence pulzů nastavené na defibrilátoru (nejméně pro 3 frekvence).

Ad úkol 5)

Bezpečnostně technická kontrola: na základě návodu k obsluze [8, 9] defibrilačního přístroje a elektro-revizního přístroje Meditest 50 [7] nejprve stanovte izolační třídu defibrilátoru a následně proveďte měření elektrické bezpečnosti, které se váže ke stanovené třídě ZP. Zpracujte protokol o BTK, který naleznete na stránce předmětu.

### **Použité přístroje a pomůcky**

- Monofázický defibrilátor CardioServ (GE Healthcare, USA)
- Bifázický defibrilátor BeneHeart D3 (Mindray, USA)

- Analyzátor defibrilátorů DA-2006 (BC Biomedical, USA)
- Převodník pro pacing (FBMI ČVUT v Praze)
- Digitální přístroj pro kontroly zdravotnických elektrických přístrojů MEDITEST 50 (ILLKO, s.r.o., ČR)
- Digitální osciloskop a propojovací BNC kabel

### Naměřené výsledky

Z laboratorní úlohy vypracujte protokol o měření. Naměřené a vypočtené hodnoty parametrů запиšte do tabulek a průběhy stimulačních a defibrilačních impulzů zakreslete do grafů s popisy os a s odpovídajícím měřítkem.

### Závěr

V protokolu o měření se krátce vyjádřete ke každému bodu měření. Zhodnoťte naměřené výsledky a porovnejte s údaji, které uvádí výrobce v návodu k obsluze. Určete druh příložené části, s níž přístroj pracuje, třídu (elektrické) izolace a klasifikační třídu ZP.

### Kontrolní otázky k dané problematice

- 1) Popište rozdíly mezi defibrilací a synchronizovanou kardioverzí.
- 2) Kdy se používá antitachykardická stimulace a jak se tato stimulace liší od defibrilace?
- 3) Popište, jak se liší monofázický a bifázický defibrilační pulz.
- 4) Na jakém principu pracuje defibrilátor s tlumeným tvarem defibrilačního pulzu a na jakém defibrilátor s lichoběžníkovým tvarem defibrilačního pulzu?
- 5) Jaký je vztah pro výpočet energie defibrilačního výboje?

### Literatura

- [1] Korpas, David. Kardiostimulační technika. 1. vyd. Praha: Mladá fronta, 2011. 206 s.: ISBN 978-80-204-2492-1.
- [2] Marcián, Pavel, Klementa, Bronislav, Klementová, Olga. Elektrická kardioverze a defibrilace. Intervenční a akutní kardiologie. Olomouc: Solen, s. r. o., 2011; 10(1): 24-29: ISSN - 1213-807X
- [3] Chmelař, Milan. Lékařská přístrojová technika I. Brno: VUT, 1995. 192 s.: ISBN 80-85867-63-X.

- [4] Hozman, Jiří. Praktika z biomedicínské a klinické techniky Vyd. 1. V Praze: České vysoké učení technické, 2008. 118 s.: ISBN 978-80-01-04025-6 (brož.).
- [5] Silbernagl, Stefan. Atlas fyziologie člověka / 6. vyd., zcela přeprac. a rozšíř. Praha: Grada, 2004. 435 s.: ISBN 80-247-0630-X.
- [6] Defibrillator Analyzers. DA-2006, DA-2006P W/Pacer Analyzer. User Manual. Rev. 04. St. Louis: BC Biomedical, 2006. 78 s.
- [7] Digitální přístroj pro kontroly zdravotnických elektrických přístrojů MEDITEST 50 (ILLKO, s.r.o., ČR). Návod k používání přístroje. 2007.
- [8] CardioServ. Návod k obsluze. Verze 4.2. GE Medical Systems. 227 446 43 CZE Revize I. leden 2007
- [9] BeneHeart D3. Defibrillator/Monitor. Operator's manual. Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd. May 2011



