

## 6. Defibrilátory

### 6.1 Cíl a obsah měření

Cílem úlohy je praktické poznání a používání defibrilátoru k odstraňování fibrilací srdečních síní a komor. Studenti při plnění úkolů poznají i tester defibrilátorů, kterým budou měřit základní parametry defibrilačního pulzu. Jako velmi důležitý doplněk je zařazeno měření na defibrilátoru pomocí elektrovevizačního přístroje.

### 6.2 Úkoly měření

- a) Nejprve se seznámte s ovládáním defibrilátoru CodeMaster XL (výrobce HP) a s testerem defibrilátorů BC Biomedical DA – 2006.
- b) Proveďte testování parametrů defibrilačního pulzu, a to o energiích 5, 20, 50, 100, 200 a 360 J.

Na tiskárně vytiskněte průběhy pulzů při energii 5, 20, 100 a 360 J.

- c) Tester defibrilátorů nastavte do módu „simulátor EKG“ a na monitoru defibrilátoru sledujte různé naprogramované srdeční arytmie. Pokuste se nastavit podle uživatelské příručky defibrilátoru režim tzv. "synchronizace" (výboj synchronizovaný s nejbližší R-vlnou).
- d) Přibližně vypočítejte, podle plochy ohraničené křivkou defibrilačního pulzu  $U = f(t)$ , energii vpravenou do obvodu pacienta.
- e) Elektrovevizačním přístrojem Revex 2051 s modulem pro měření unikajících proudů RM 2050 proveďte kontrolu bezpečnostních, funkčních a metrologických parametrů defibrilátoru. Výsledky kontroly запиšte do „Protokolu servisní kontroly EZP č. e07122101“.

### 6.3 Postup měření

#### Ad 6.2 a)

*Defibrilátor* se zapíná otočným knoflíkem udávajícím nastavenou energii v [ J ] z polohy 0 do polohy I.

Tlačítko "Charge" slouží k povelu nabití vnitřního kondenzátoru na zvolenou energii.

Po přiložení elektrod na správná místa na těle pacienta (APEX, STERNUM) se stisknutím tlačítka na držáku elektrod nahromaděná energie v nabitém kondenzátoru vybije do tkáně (příp. testeru, resp. vlastního těla defibrilátoru při zasunutých elektrodách).

Tlačítko „**Record**“ - spouští a zastavuje zapisovač,

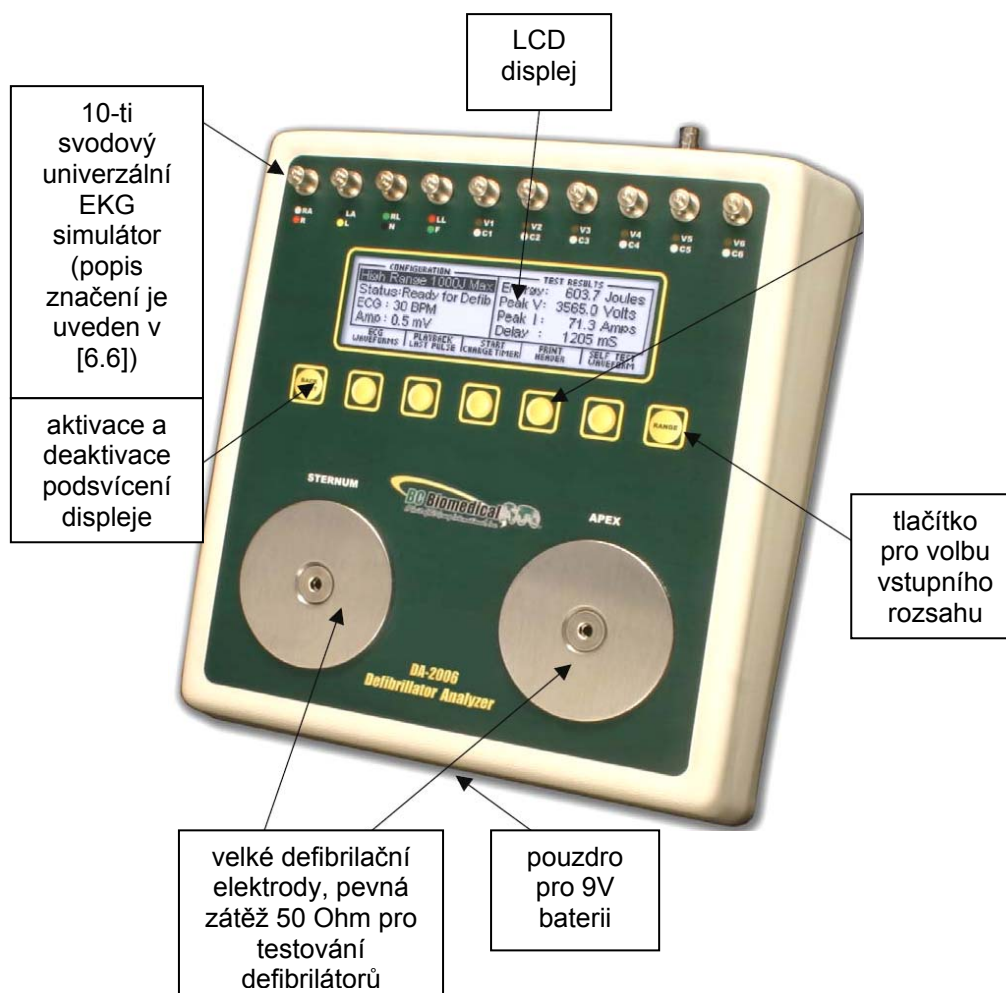
Tlačítko „**Mark**“ - je-li zapisovač zapnut, stisknutím Mark se EKG označí anotací v tomto bodě, je-li zapisovač vypnut, bude po stisknutí Mark vytištěn záznam EKG,

Tlačítko „**Lead select**“ - volba svodu, volí zdroj EKG pro monitorování,

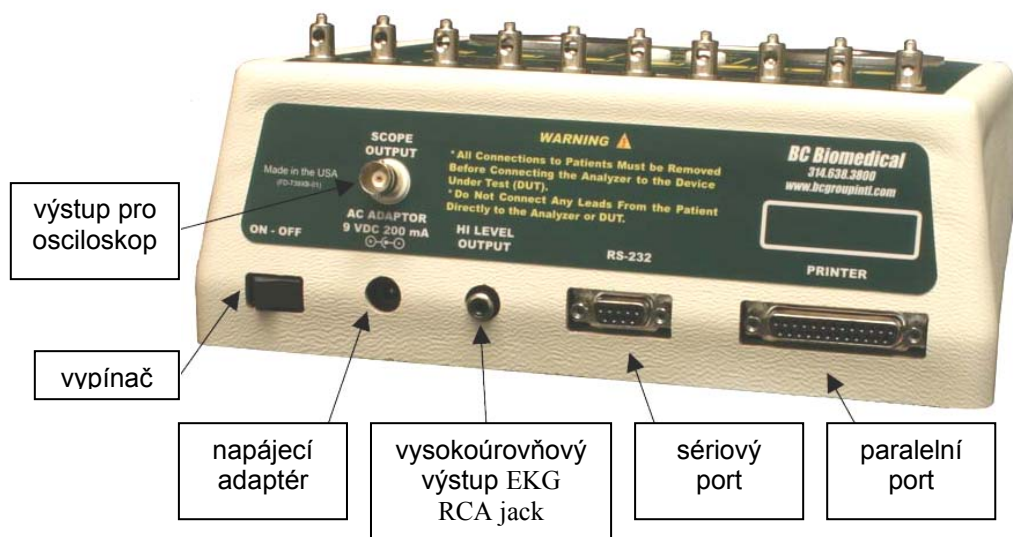
Tlačítko „**EKG size**“ - velikost EKG, mění velikost zobrazení EKG,

Tlačítko „**HR alarm**“ - výstraha od tepové frekvence, ovládá výstrahy od tepové frekvence

*Tester defibrilátoru* se zapíná přepnutím do polohy ON (1) přepínačem na Obr. 6.2.



Obr. 6.1 Tester defibrilátoru - celkový pohled s popisem (foto autor)



Obr. 6.2 Tester defibrilátoru - pohled zezadu s popisem (foto autor)

**Ad 6.2 b)**

Připravte tester do provozu a podle zvolených energií na defibrilátoru nastavujte na testeru maximální rozsah měřené energie. Postupně nastavujte energie  $E_{\text{NASTAV}}$  : 5, 20, 50, 100, 200 a 360 J.

Než stisknete tlačítko „Charge“ a odstartujete výboj, potřete obě elektrody EKG gelem, jinak hrozí popálení povrchů stykových ploch !!!!!

Po dokonalém přiložení elektrod defibrilátoru na elektrody testeru, odstartujte defibrilační pulz .

Na displeji testeru odečítejte : energii  $E_{\text{NAMĚŘ}}$  , velikost napěťové  $V_{\text{PP}}$  a proudové  $I_{\text{PP}}$  špičky a trvání pulzu  $t_i$  .

Pro energie  $E_{\text{NASTAV}} = 5, 20, 100$  a 360 J vytiskněte průběhy defibrilačních pulzů.

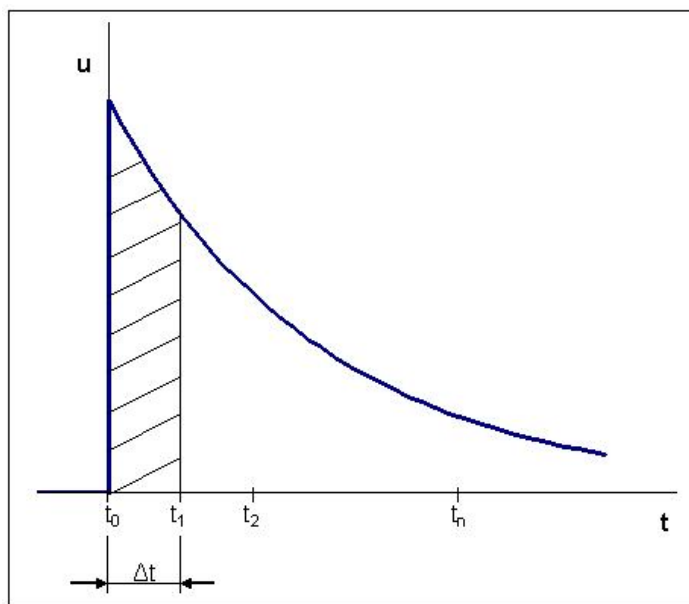
Vypočítejte procentuelní rozdíly v % mezi  $E_{\text{NASTAV}}$  a  $E_{\text{NAMĚŘ}}$  .

**Ad 6.2 c)**

Připojte patientský kabel do konektoru pro vstup EKG na defibrilátoru a jeho druhý konec pomocí patentů na simulované „končetiny“ a „hrud“ testeru. 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 [] proved'te synchronizovanou kardioverzi.

**Ad 6.2 d)**

Pro zobrazené a vytištěné průběhy energií pulzů  $E_{\text{NAMĚŘ}} = 5, 20, 100$  a 360 J vypočítejte metodou grafické integrace průběhu  $U = f(t)$  energii dodanou do zátěže – testeru (obr.6.3) .



Obr. 6.3 Metoda grafické integrace

Platí

$$E(t) = \sum u(t_0) \cdot i(t_0) \cdot \Delta t + u(t_1) \cdot i(t_1) \cdot \Delta t + u(t_2) \cdot i(t_2) \cdot \Delta t + \dots + u(t_n) \cdot i(t_n) \cdot \Delta t =$$

$$= \sum_{i=0}^{i=n} u(t_i) \cdot i(t_i) \cdot \Delta t$$

Pro tento způsob výpočtu musíme znát i funkci  $i = f(t)$

Je-li znám odpor patientského obvodu, který bývá asi  $50 \Omega$ , postačuje vzorkovat pouze průběh napětí  $u = f(t)$ .

$$\text{Pak } E(t) = \frac{1}{R_p} \sum_{i=0}^{i=n} u^2(t_i) \cdot \Delta t$$

Pro výpočet zvolíme  $\Delta t = 1 \text{ ms}$ . Je třeba si uvědomit, že čím menší časový úsek  $\Delta t$  volíme, tím přesnější výpočet dostaneme.

## 6.4 Použité přístroje a pomůcky

- Defibrilátor Hewlett Packard M1723A/B, CodeMasterXL
- Analyzátor defibrilátorů BC Biomedical DA-2006
- EKG gel
- Patientský kabel defibrilátor – tester
- Elektrorevizní přístroj Illko Revex 2051
- Elektrorevizní přístroj Illko RM2050
- osciloskop
- tiskárna připojená přes paralelní port LPT

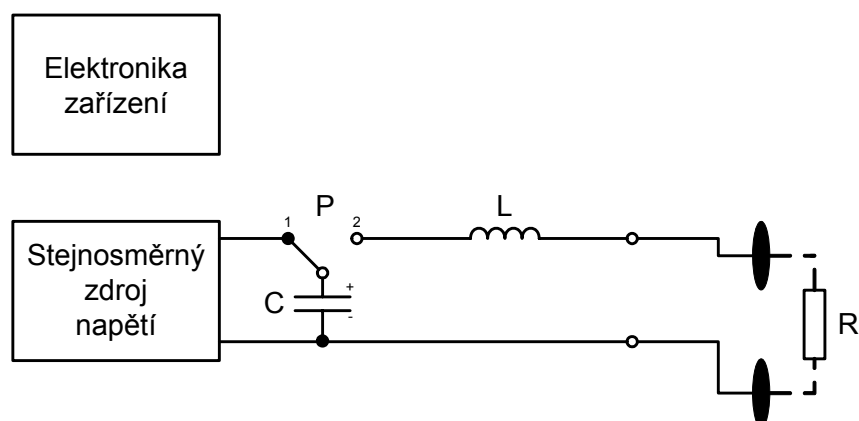
## 6.5 Další informace k úloze

Defibrilátor je přístroj, kterým se odstraňují nekoordinované stahy vláken srdečního svalu, tzv. fibrilace. Při této anomálii srdce přestává čerpat krev do krevního oběhu. Odstranění fibrilace musí nastat do 4 minut, jinak začíná nezvratné poškození mozku.

Existují čtyři základní druhy defibrilátorů :

1. střídavý defibrilátor – již se nepoužívá
2. stejnosměrný defibrilátor s kondenzátorem a tlumivkou
3. stejnosměrný defibrilátor se zpožďovací linkou tvořenou kondenzátory a tlumivkami
4. defibrilátor s lichoběžníkovými monofázickými nebo bifázickými impulzy

Mezi nejběžnější defibrilátory patří defibrilátor s kondenzátorem a tlumivkou (obr. 6a), které produkují monofázické defibrilační pulzy (obr. 6b).



Přepínač v poloze **1** ... nabíjení

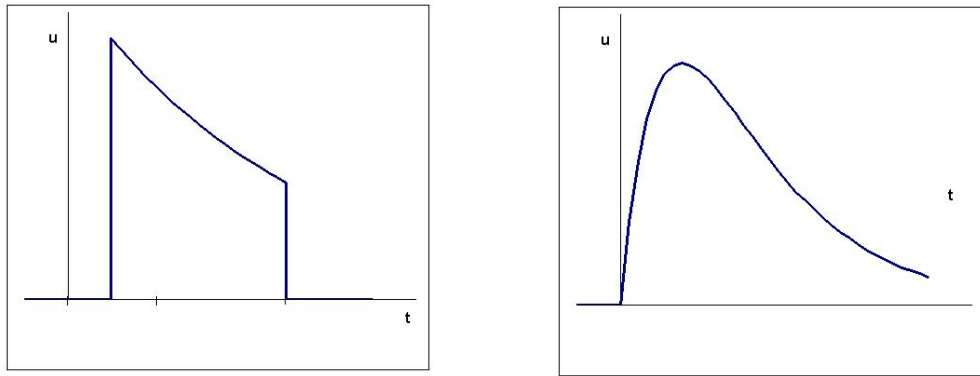
Přepínač v poloze **2** ... výboj

Obr. 6.6a Principiální schéma defibrilátorů s kondenzátorem a tlumivkou

Obr. 6.6a představuje základní princip defibrilátorů s kondenzátorem a tlumivkou. Zdroj stejnosměrného napětí nabije kondenzátor o kapacitě řádově 10 až 100  $\mu\text{F}$  (podle výrobce). Při startu defibrilace se kondenzátor vybíjí přes tlumivku o indukčnosti řádově 0,1 H do odporu pacienta  $R_p$ , který má hodnotu řádově 10  $\Omega$  (průměrně 50  $\Omega$ ). Přítomnost tlumivky způsobí vytvoření vhodnějšího tvaru impulzu o delším trvání (viz obr. 6.6b). Protože jsou všechny tři pasivní prvky spojeny v serii, vznikne tak kmitavý obvod, který na odporu  $R_p$  generuje tlumené periodické napěťové kmity.

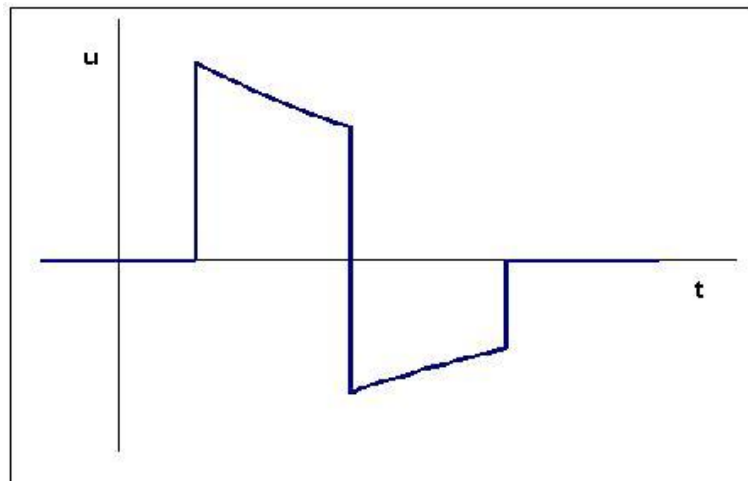
Velikost defibrilačního napěťového impulzu se pohybuje mezi 3 – 9 kV, proudová špička má amplitudu 30 – 100 A, šířka pulzu bývá kolem 20 ms.

U dospělých se aplikuje energie do 400J, u dětí se vypočítá podle hmotnosti dítěte, a to 3–5 J/kg.



Obr. 6.6b Monofázické defibrilační průběhy pulzů

V poslední době se objevily na trhu defibrilátory, které generují bifázický průběh pulzu (obr. 6.6c).



Obr. 6.6c Bifázický průběh defibrilačního pulzu

Existují defibrilátory, které dovedou nastavit dobu trvání pulzu s ohledem na odpor v obvodu pacienta  $R_p$ . Energie, která se nastaví na defibrilátoru a má být vpravena do pacienta se rovná

$E = U^2 / R_p * t$ , tedy závisí i na  $R_p$ , který je u pacientů různý. Proto po startu defibrilátoru je nejprve měřen odpor  $R_p$ , poté mikropočítač vypočítá dobu trvání vysokonapěťového pulzu a pak teprve dojde k výboji do pacienta. Tvar pulzu je lichoběžníkový, viz obr. 6.6b.

Pro *přímou* defibrilaci (při operaci) se používá miskových elektrod přikládaných přímo na srdce. Pro *nepřímou* defibrilaci se používá diskových elektrod.

Defibrilátory jsou napájeny z akumulátoru a k získání vysokého napětí se používají měniče napětí.

## 6.6 Vybrané otázky k dané problematice

- 1) Popište stav fibrilace a její vliv na organismus.
- 2) Proč jsou defibrilační elektrody orientovány ?
- 3) Vysvětlete synchronizovanou defibrilaci.
- 4) Proč se liší energie pulzu dodaná do pacienta od energie nahromaděné ve vybíjecím kondenzátoru ?
- 5) Jaký význam má tlumivka ve vybíjecím obvodu pacienta ?

## 6.7 Literatura

- [6.1] Chmelař, M.: Defibrilátory, časopis Lékař a technika 26, 1995
- [6.2] Rozman, J. a kol.: Elektronické přístroje v lékařství, Academia, Praha 2006
- [6.3] Handl, Z.: Externí transtorakální defibrilace a kardiostimulace, NCO NZO, Brno 2007
- [6.4] [http://www.aldebaran.cz/bulletin/2007\\_07\\_fib.php](http://www.aldebaran.cz/bulletin/2007_07_fib.php)
- [6.5] Uživatelská příručka pro defibrilátor/monitor CodeMaster XL (HP M1723A/B). 4. vydání, červenec 1993. Hewlett Packard Company.
- [6.6] Defibrillator Analyzers. DA-2006, DA-2006P W/Pacer Analyzer. User Manual. Rev. 04. St. Louis: BC Biomedical, 2006. 78 s.
- [6.7] Revex 2051. Návod k používání přístroje. Blansko: Illko, 2002. 68 s.
- [6.8] RM 2050. Návod k použití. Blansko: Illko, 2004. 10 s.
- [6.9] Hozman, J., Chaloupka, J., Maršálek, P. Praktika z biomedicínské a klinické techniky 3 - simulátory fyziologických funkcí a bezpečnost pacienta. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2008.

# LOGO FIRMY

## Vzorový protokol servisní kontroly EZP č. e07122101

Podle zák. č. 346/2003 Sb., ČSN EN 60601, IEC 62353, ČES 33.03.95

přístroj		výr.č. / invent.č.		-
výrobce		třída / typ		
zákazník		č. zak.		

### 1. Kontrola bezpečnostních parametrů přístroje

	Unikající proud	Naměřená hodnota	Přípustná hodnota	Jednotka
Kontrola unikajících proudů nepřímou metodou	Síťová - přístupná část (přímá metoda)		I. / II. 1000 / 500	μA
	Síťová - příložná část		B, BF / CF 500 / 50	μA
	Přístupná - příložná část		BF / CF 5000 / 50	μA
Kontrola odporu ochranného uzemňovacího vodiče	Pevný přívod (P) / Samostatný přístroj (S) / Odpojitelný přívod (O)	-	P / S / O 0,3 / 0,2 / 0,1	Ω

### 2. Kontrola funkčních parametrů přístroje

Prohlídka přístroje – mechanická kontrola	
Kontrola funkce všech ovládacích prvků	
Kontrola baterie	
Kontrola funkce na analyzátoru	

### 3. Metrologická kontrola

Nastavená hodn. energie [J]	Naměřená hodn. energie [J]	Naměřená hodn. el. napětí [V] / proudu [A]	Závěr
20 (±15%)*			
100 (±15%)*			
300 (±15%)*			

\*Maximální tolerance el. energie dle ČSN EN 60601-2-4

Podmínky měření : teplota 18 .. 28 °C , Síťové napětí 198 až 253 V/ 50Hz

Měřicí zařízení: Název, sn.: XXXXXX, datum kalibrace

Název, sn.: XXXXXX, datum kalibrace

Název, sn.: XXXXXX, datum kalibrace

**Závěr : Přístroj prošel/neprošel servisní kontrolou a je schopen/neschopen dalšího provozu.**

Pozn.: Např. zjištěné závady, apod.

Datum provedení :

Datum příští kontroly :

Měření provedl :

-----  
Ing. Jan Pokus  
vedoucí oddělení servisu

**Název firmy – ověřování lékařských přístrojů, zdravotnická technika**

e07122101

Autorizované metrologické středisko KXXX

Adresa, tel., fax:, gsm:

e-mail:

web: