

Je bifázická rektilineární externí kardioverze fibrilace síní srovnatelná s intrakardiální bifázickou kardioverzí?

Pavel Marcián¹, Jan Lukl², Jana Zapletalová³

¹Kardiochirurgická klinika FN Olomouc, Lékařská fakulta UP Olomouc

²I. interní klinika FN Olomouc, Lékařská fakulta UP Olomouc

³Ústav lékařské biofyziky, Lékařská fakulta UP Olomouc

Účel studie: Efektivita intrakardiální elektrické kardioverze se dle některých prací blíží až ke 100 % a je obecně považována za „zlatý standard“ v efektivitě elektrické kardioverze fibrilace síní na sinusový rytmus. Poznatky z experimentálních prací a zkušenosti z praxe naznačují, že efektivitě intrakardiální bifázické kardioverze se velmi přibližuje efektivita některých externích bifázických defibrilátorů. Naším cílem bylo pokusit se zjistit, zda v souboru pacientů s perzistující fibrilací síní, kteří přicházejí k externí bifázické rektilineární elektrické kardioverzi, je u skupiny s neefektivní externí bifázickou kardioverzí přínosné provedení intrakardiální elektrické kardioverze.

Použité metody: U souboru 419 pacientů, u kterých bylo provedeno celkem 622 externích elektrických kardioverzí s použitím defibrilátoru s bifázickým rektilineárním výbojem, byla retrospektivně i prospektivně shromážděna data z provedených výkonů za období od VII/2001 do XII/2007, která byla dále statisticky zpracována. Byla sledována jednotlivá i kumulativní efektivita podaných výbojů ve verzi na sinusový rytmus (SR), vztah mezi velikostí energie, proudu a úspěšností verze na SR a dále hodnoty skutečně podané energie a proudu dodaného defibrilátorem. U skupiny 40 pacientů s neefektivní externí kardioverzí a trvající fibrilací síní byla indikována intrakardiální elektrická kardioverze. Souhlas s výkonem dalo jen 7 pacientů. Hodnocena byla efektivita kardioverze, velikosti energie jednotlivých výbojů a kumulativní energie.

Výsledky: Kumulativní efektivita externí elektrické kardioverze bifázickým rektilineárním výbojem v obnovení sinusového rytmu v našem sledování dosáhla 93,6 %. Efektivita rostla s počtem a nastavenou energií výboje (v závorce uvedena skutečně podaná) od 46,2 % při prvním výboji o průměrné hodnotě energie 66,3 (85,4) J přes 82,5 % při výboji o průměrné energii 115,7 (147,3) J až po 93,6 % u třetího výboje o energii průměrně 175 (218) J. V průměru tak bylo použito kumulativně 357 (450,7) J energie. Výboje vedoucí k obnovení normálního SR měly signifikantně nižší hodnoty impedance ($p < 0,0001$), signifikantně vyšší hodnoty proudu ($p < 0,0001$) a signifikantně vyšší hodnoty nastavené i podané energie ($p < 0,0001$). Bylo prokázáno signifikantní snížení impedance při 2. výboji ve srovnání s impedancí při 1. výboji ($p < 0,0001$). Ze 7 pacientů, kteří podstoupili intrakardiální elektrickou kardioverzi se podařilo dosáhnout SR pouze u 3 nemocných (42,9 %, $p = 0,001$), u 2 došlo k recidivě FS do týdne od výkonu a u 1 za hodinu po výkonu. U všech pacientů byla nutná eskalace 3 výbojů dle protokolu (5–10–15 J) s kumulativní energií 30 J. Skupina nemocných s intrakardiální kardioverzí měla signifikantně vyšší impedanci hrudníku ve srovnání se skupinou s externí kardioverzí ($p = 0,017$).

Závěry: Naše zkušenosti z více než 600 externích elektrických bifázických kardioverzí ukazují, že při vysoké efektivitě bifázického externího výboje blízká se 94 % je další indikace intrakardiální bifázické kardioverze pro její relativně nízkou účinnost (3 ze 7 nemocných) sporná.

Klíčová slova: fibrilace síní, bifázická kardioverze, externí kardioverze, interní kardioverze.

Can biphasic rectilinear external cardioversion of atrial fibrillation be compared to biphasic intracardiac cardioversion?

Purpose of Study: According to some papers, the effectiveness of intracardiac electrical cardioversion approaches 100 % and is generally considered to be a „gold standard“ in the effectiveness of electrical cardioversion of atrial fibrillation to sinus rhythm. Findings from experimental papers and experience from the practice suggest that the effectiveness of intracardiac biphasic cardioversion is closely approached by that of some external biphasic defibrillators. Our aim was to try to determine whether in our cohort of patients with persistent atrial fibrillation presenting for external biphasic rectilinear electrical cardioversion, performing intracardiac electrical cardioversion would be beneficial in those with ineffective external biphasic rectilinear electrical cardioversion.

Methods: In a cohort of 419 patients, in whom a total of 622 external electrical cardioversions were performed using a rectilinear biphasic defibrillator, data on the procedures performed between July 2001 and December 2007 were collected both retrospectively and prospectively and further statistically processed. Both individual and cumulative effectiveness of the shocks delivered in version to sinus rhythm (SR), the relation between the energy, current and success rate of version to SR, and the actual energy and current levels delivered by the defibrillator were observed. In a group of 40 patients with ineffective cardioversion and persistent atrial fibrillation, intracardiac electrical cardioversion was indicated. Only seven patients gave their consent to the procedure. The effectiveness of cardioversion, the energy levels of individual shocks, and cumulative energy were evaluated.

Results: The cumulative effectiveness of external electrical cardioversion with biphasic rectilinear shock in restoring sinus rhythm reached 93.6 % in our observation. The effectiveness increased with the number and predetermined energy of the shocks (the en-

ergy actually delivered is shown in the parentheses) from 46.2% at the first shock of an average energy of 66.3 (85.4) J to 82.5% at the second shock of an average energy of 115.7 (147.3) J to 93.6% at the third shock of an average energy of 175 (218) J. Thus, on average, 357 (450.7) J of energy were used cumulatively. Shocks leading to restoring a normal SR had significantly lower impedance levels ($p < 0.0001$), significantly higher current levels ($p < 0.0001$), and significantly higher levels of the energy predetermined and delivered ($p < 0.0001$). A significant decrease in impedance was demonstrated at the second shock compared to the impedance at the first shock ($p < 0.0001$). Out of the seven patients who underwent intracardiac electrical cardioversion, SR was achieved in only three (42.9%, $p = 0.001$); two developed recurrent AF within a week after the procedure, and one did within an hour after the procedure. All the patients required three escalating shocks according to the protocol (5–10–15 J) with a cumulative energy of 30 J. The group of patients with intracardiac cardioversion had a significantly higher chest impedance compared to that in the group with external cardioversion ($p = 0.017$).

Conclusions: Our experience with more than 600 external electrical biphasic cardioversions shows that, given the high effectiveness of a biphasic external shock approaching 94%, further indication for intracardiac biphasic cardioversion is questionable due to its relatively low efficacy (3 out of 7 patients).

Key words: atrial fibrillation, biphasic cardioversion, external cardioversion, internal cardioversion.

Interv Akut Kardiolog 2009; 8(5): 234–241

Úvod

Fibrilace síní (FS) je nejčastější arytmií v populaci s udávanou průměrnou prevalencí pohybující se kolem 0,5% (1–3). Výskyt FS roste s věkem, kdy v osmém deceniu prevalence dosahuje až 10% (4, 5). Muži jsou z dosud neobjasněných příčin ohroženi vznikem FS častěji než ženy (2). Jeden ze známých faktorů mající vliv na rostoucí prevalenci FS u mužů je prodělaný srdeční infarkt (6). Dokonce i zvýšená spotřeba alkoholu, zejména u žen, může zvýšit riziko vzniku FS (7).

Nemocní s FS jsou ohroženi trombembolickými příhodami (8, 9) nebo tachykardickou kardiomyopatií (10), které nezávisle na základních srdečních chorobách zvyšují jejich mortalitu až dvojnásobně (11). Také je známo, že FS snižuje kvalitu života nemocných (12). Požadavek na léčbu FS je dán nejen snahou zbavit pacienta obtěžujících symptomů, ale i nutností prevence vzniku nástěnných trombů a zlepšení hemodynamiky spočívající ve zvýšení systolického objemu síňovým příspěvkem. V neposlední řadě se snažíme předejít vzniku tachykardické kardiomyopatie, vedoucí ve svém důsledku k rozvoji srdečního selhání. U starších nemocných může z příčiny chybějícího síňového příspěvku při FS dojít k rozvoji srdeční slabosti i bez tachykardické kardiomyopatie. U nemocných s vážným srdečním onemocněním může i relativně krátký paroxysmus FS vyvolat akutní srdeční slabost a vynutit si akutní provedení kardioverze.

Elektrická kardioverze FS je stále považována za jednu z neúčinnějších terapií v rámci strategie „rhythm control“, nicméně je její akutní efekt v případě použití monofázického výboje omezený na zhruba 70–90% úspěšnost (13, 14). Limitujícími faktory jsou především délka trvání FS, velikost levé síně a hodnota odporu (impe-

dance) hrudníku, definovaná většinou nepřímo pomocí „body mass indexu“ (15).

Znalost těchto skutečností vyvolala snahu o nalezení účinnější formy elektrické kardioverze perzistující FS, jako např. použití vyšší energie monofázického výboje (16), použití interní elektrické kardioverze (17), a nebo externí elektrické kardioverze s použitím bifázického výboje (15). Účinnost interní elektrické kardioverze je v literatuře udávána mezi 75–100% (17–20). Účinnost externí elektrické bifázické kardioverze u perzistující fibrilace síní je udávána v existujících studiích v rozsahu od 93 do 95% nemocných (21–24). Další možností je elektrická transezofageální kardioverze v analgosedaci, která ovšem není v našich podmínkách často prováděna a ani její efektivita (až 94%) nepřevyšuje externí bifázickou kardioverzi (25).

Hlavním faktorem úspěšnosti elektrické kardioverze je hodnota velikosti proudu potřebného k defibrilaci příslušné tkáně myokardu (v ideálním případě až 100% myokardu). Tento proud je inverzně proporcionální k impedanci hrudníku. Čím je impedance vyšší, tím je nižší transmyokardiální proud a snižuje se šance úspěchu kardioverze (21, 23, 24). Impedance hrudníku se u běžné populace pohybuje mezi 60–80 ohmy, nicméně u obézních jedinců nebo v přítomnosti emfyzému plic může impedance hrudníku dosahovat i více než 100 ohmů. Nárůst impedance můžeme očekávat i v případě nedostatečného přítlaku defibrilačních pádel na hrudník nebo při jejich insuficientním nagelování (22, 26).

Naše pilotní práce prokázala u výbojů vedoucích k obnovení normálního SR signifikantně nižší hodnoty impedance ($p = 0,007$), signifikantně vyšší hodnoty proudu ($p < 0,0001$) a signifikantně vyšší hodnoty nastavené i vypočítané

energie ($p = 0,0001$) (22). V pokračující studii byla rozšířena skupina pacientů s doplněním charakteristik použitých antiarytmik a echokardiografických parametrů. Současně byla zhodnocena skupina pacientů, kteří podstoupili intrakardiální elektrickou bifázickou kardioverzi FS.

Soubor nemocných

Indikací k bifázické externí elektrické kardioverzi byla perzistující FS u pacientů, kteří s provedeným výkonem podepsali informovaný souhlas. V případě trvání FS déle než 24 hodin a méně než 48 hodin byla provedena elektrická kardioverze bez předchozí antikoagulační přípravy, v případě FS trvající déle než 48 hodin po minimálně třítydenní účinné antikoagulaci (INR v rozmezí 2,0–3,0 – u valvulárních vad či pacientů se zvýšeným rizikem trombembolie pak INR 2,5–3,5) a nebo vyloučení trombu pomocí transezofageální echokardiografie (TEE).

K intrakardiální bifázické kardioverzi byli indikováni pacienti, u kterých byla provedena externí elektrická kardioverze bez úspěšného nastolení SR s trvající FS (nedošlo k verzi na SR vůbec, tedy nebyla zachycena ani jedna P vlna na EKG monitoru po aplikaci výboje). Podmínkou k provedení intrakardiální elektrické kardioverze byl informovaný souhlas pacienta s výkonem a úprava hodnot INR nad 2,0 se současným překrytím nízkomolekulárním heparinem dle hmotnosti.

Všichni pacienti po provedené elektrické kardioverzi (ať již externí či intrakardiální) byli dále antikoagulováni minimálně 4 týdny s INR v rozmezí 2,0–3,0 (u valvulárních vad či pacientů se zvýšeným rizikem trombembolie pak INR 2,5–3,5).

Zařazení byli pacienti bez antiarytmik a pacienti s nasazenou chronickou antiarytmickou

medikací. Ta byla tvořena antiarytmiky I. a III. třídy (propafenon 450–600 mg/den, amiodaron 200 mg/den) a musela být užívána v případě propafenonu minimálně 2 dny a v případě amiodaronu 3 týdny. Při neúspěšné externí bifázické kardioverzi byla po převedení na nízkomolekulární heparin provedena intrakardiální bifázická kardioverze na nezměněné antiarytmické léčbě.

Oba způsoby elektrické kardioverze byly provedeny v třístupňovém režimu s rostoucí energií výboje, umožňující hrubší ohodnocení defibrilačního prahu.

Vstupní kritéria:

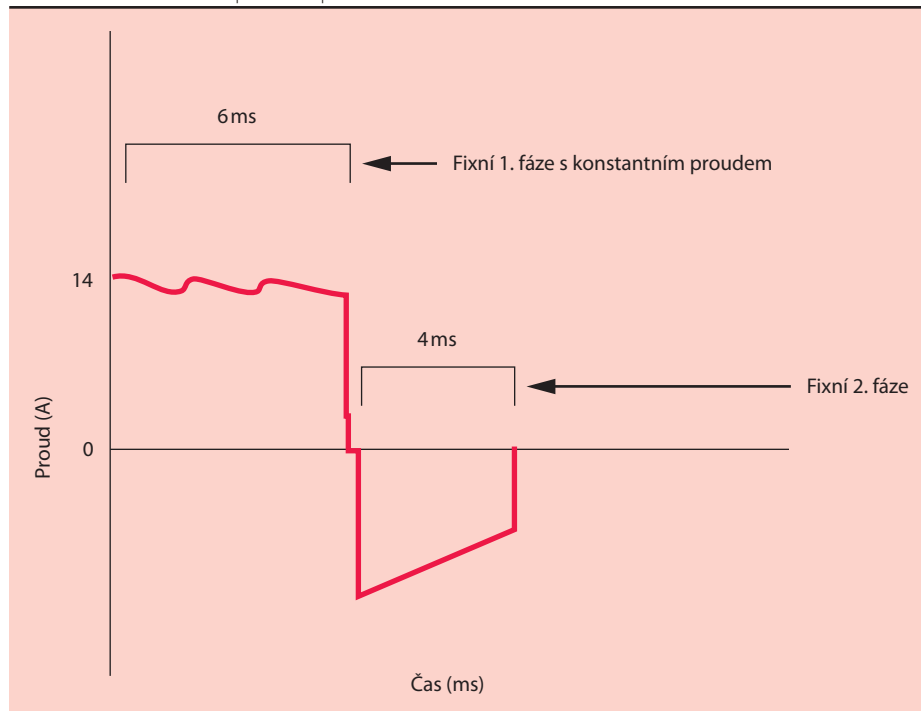
1. FS trvající déle než 24 hodin a méně než 1 rok
2. věk nad 18 let
3. podepsání informovaného souhlasu s výkonem (externí či intrakardiální elektrická kardioverze)

Vylučovací kritéria:

1. prodělaný akutní infarkt myokardu nebo cévní mozková příhoda v posledním měsíci
2. flutter síní I. typu
3. FS z přechodných reverzibilních příčin (tyreotoxikóza, perikarditis, postkardiokirurgická FS, kardiopatie vhodná pro intervenční nebo chirurgickou korekci)
4. tachy-brady syndrom nebo AV blokáda 2. nebo 3. stupně dokumentované před vznikem FS
5. klinické příznaky digitalizové intoxikace nebo abnormálně vysoká hladina digoxinu v séru (nad 2,2 µg/l)
6. hyperfunkce štítné žlázy s výjimkou terapie amiodaronem
7. hypo/hyperkalemie či hypomagnezemie (laboratorní referenční normální hodnoty kalia: 3,6–5,4 mmol/l), (laboratorní referenční normální hodnoty magnezia: 0,8–1,05 mmol/l)
8. prokázaný trombus v levé síni nebo komoře
9. srdeční slabost NYHA IV
10. klinické kontraindikace perorální antikoagulace
11. Implantovaný kardiostimulátor nebo defibrilátor

Celkem bylo zařazeno 417 pacientů, u kterých bylo provedeno 622 externích elektrických kardioverzí FS bifázickým rektilineárním výbojem (tedy někteří pacienti podstoupili elektrickou kardioverzi opakovaně – s nasazenými antiarytmiky – celkem 127 pacientů). Z větší části pak byla zpětně dohledána dostupná data

Obrázek 1. Znázornění průběhu proudu u bifázického rektilineárního defibrilátoru



demografická (věk, pohlaví), data o sledovaných onemocněních – arteriální hypertenze (HN), diabetes mellitus (DM) a ischemická choroba srdeční (ICHS), data echokardiografická (ejekční frakce (EF), velikost levé síně (LS), stupeň mitrální regurgitace (MiR) i data udávající charakteristiku výboje (proud, energie, skutečně podaná energie, impedance hrudníku). Dále byla doplněna data o užívání antiarytmik.

Skupině 40 pacientů, u kterých nebyla elektrická kardioverze efektivní, bylo nabídnuto provedení intrakardiální elektrické kardioverze, ale po důsledně provedeném poučení o povaze výkonu velká většina pacientů výkon vzhledem k jeho invazivitě odmítla. Relativně malá skupina celkem 7 pacientů, která s intrakardiální elektrickou kardioverzí souhlasila, tento výkon podstoupila (každý pacient pouze jednou).

Metodika

Externí elektrická bifázická kardioverze

Byla prováděna na lačno, nejdříve 6 hodin po posledním jídle, a to v celkové anestezii (Fentanyl 0,1 mg i.v. + Hypnomidat 10–20 mg i.v., event. Diprivan 50–200 mg i.v.).

K externí elektrické kardioverzi byl použit defibrilátor Zoll M-serie s možností bifázického rektilineárního výboje o maximální energii 200 J (obrázek 1). Kardioverze byla prováděna s antero-laterální konfigurací elektrod, a to ve 3 stupních výboje do maxima 200 J. Výboj byl vždy synchronizován s kmitem R na EKG zaznamenaného ze standardních svodů.

Intrakardiální elektrická bifázická kardioverze

Byla prováděna na lačno, nejdříve 6 hodin po posledním jídle, a to buď v celkové anestezii (Fentanyl 0,1 mg i.v. + Hypnomidat 10–20 mg i.v., event. Diprivan 50–200 mg i.v.) a nebo v analgosedaci Dormicum 5 mg i.v. + Fentanyl 0,1 mg i.v.)

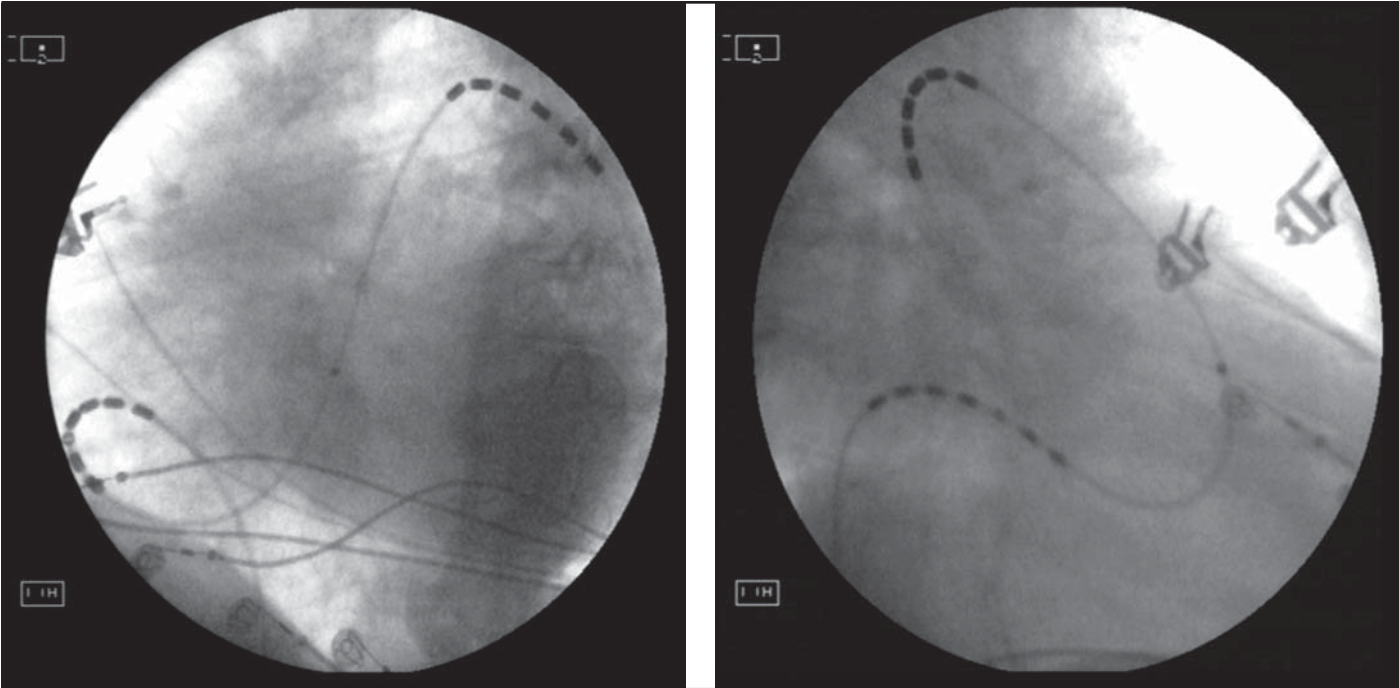
K intrakardiální elektrické kardioverzi jsme použili defibrilátor ALERT® Companion II s bifázickým truncated exponential výbojem a multipolární balonkový monokatétr EP Medsystem s distálním multipolem v plicní arterii (ideálně v levé) a proximálním multipolem uloženým paralelně s laterálním okrajem pravé síně (obrázek 2). Katétr byl zaváděn z v. subclavia l. sin., popřípadě cestou v. femoralis l. dx. Intrakardiální elektrická kardioverze byla prováděna ve 3 stupních energie (5, 10 a 15 J).

Po každé elektrické kardioverzi (intrakardiální i externí) byl nemocný monitorován minimálně 1 hodinu.

Transtorakální echokardiografie (TTE) byla standardně prováděna při vstupu nemocného do studie na fibrilaci síní po stabilizaci srdeční frekvence pod 100/min.

Transezofageální echokardiografie (TEE) byla prováděna pouze v případě semiurgentní kardioverze, např. při nemožnosti korekce srdeční frekvence nebo přetrvávajících symptomech při nutnosti vyloučit intrakardiální trombus u pacientů s nedostačující antikoagulací (doba antikoagulace, účinnost antikoagulace).

Obrázek 2. Umístění elektrody při interní kardioverzi levá šikmá a pravá šikmá projekce



Ambulantní kontroly pacientů po elektrické kardioverzi byly prováděny vždy v návaznosti na kontroly hodnot INR v rámci udržení účinné antikoagulace, nicméně vždy byli pacienti kontrolováni 7. a 28. den po elektrické kardioverzi a dále pak vždy po 3 měsících, nebo v případě recidivy FS.

Definice pojmů
v souvislosti s kardioverzí

Verze byla považována za úspěšnou, jestliže se SR po výboji udržel déle než 5 minut.

Verze byla považována za neúspěšnou, jestliže se SR neudržel déle než 5 minut po výboji o nejvyšší energii.

Sledování nežádoucích příhod

Závažné nežádoucí příhody: úmrtí nemocného, resuscitace nemocného, setrvalé komorové tachyarytmie, nově detekovaná asystola (delší než 4 vteřiny) nevedoucí k resuscitaci, synkopa, AV blokáda 2.–3. stupně, sinoatriální blokáda, cévní mozková či jiná trombembolická příhoda do 1 měsíce po kardioverzi.

Méně závažné nežádoucí příhody: prodloužení QT nad 520 ms nebo QRS více než na 150 % původní hodnoty bez vzniku torsad nebo setrvalé komorové tachyarytmie. Veškeré další vedlejší účinky, nevyjmenované v závažných, které by mohly mít souvislost s kardioverzí, antiarytmiky, případně s antikoagulační terapií.

Statistické zpracování

K analýze dat byl použit chí-kvadrát test, resp. Fisherův exaktní test (kategorická data) a neparametrický Mann-Whitney U-test (kvantitativní data). K ověření normality kvantitativních dat byl použit test Kolmogorov-Smirnov. Za statisticky významné byly považovány rozdíly na hladině $p < 0,05$. Statistické zpracování dat proběhlo na Ústavu lékařské biofyziky Lékařské fakulty Univerzity Palackého Olomouc. Ke zpracování byl použit statistický software SPSS v. 15 (SPSS Inc., Chicago, USA).

Výsledky

Ve sledovaném období od července 2001 do prosince 2007 bylo provedeno celkem 622

externích elektrických kardioverzí bifázickým rektilineárním defibrilátorem u 417 pacientů s perzistující fibrilací síní. Kumulativní efektivita prováděné externí kardioverze byla při použití max. 3 výbojů v řadě za sebou až 93,6 %. Efektivita rostla s počtem a energií výboje od 46,2 % při prvním výboji o průměrné hodnotě 66,3 (85,4) J přes 82,5 % při druhém výboji o průměrné energii 115,7 (147,3) J až po 93,6 % u třetího výboje o energii průměrně 175 (218) J. V průměru tak bylo použito kumulativně 357 (450,7) J energie. Uváděné hodnoty jsou pak uvedeny skutečně podané hodnoty dle výpisu z defibrilátoru (graf 1).

Faktory úspěšnosti výboje

Mann-Whitney U-test prokázal statisticky signifikantní rozdíly mezi výboji úspěšnými (které vedly k normálnímu SR) a výboji neúspěšnými (trvajícím či do 5 minut recidivujícím FS) ve všech charakteristikách výbojů, tj. energii (nastavené i skutečně podané), proudu a impedanci (tabulka 1). U výbojů vedoucích k obnovení normálního SR byly zjištěny signifikantně nižší hodnoty impedance ($p < 0,0001$), signifikantně vyšší hodnoty proudu ($p < 0,0001$) a signifikantně vyšší hodnoty nastavené i podané energie ($p < 0,0001$).

Faktory úspěšnosti kardioverze

Úspěšnost kardioverze nezávisí na pohlaví ($p = 0,324$, chí-kvadrát test) ani věku pacienta ($p = 0,070$, Mann-Whitney U-test). Skupiny případů se podle výsledků kardioverze neliší

Tabulka 1. Faktory úspěšnosti výboje

	Výsledek výboje		Signifikance
	SR	FS	
Počet (%)	582 (93,6 %)	40 (6,4 %)	
Energie nastavená (J) (1. výboj)	100,0 (30–200)	50,0 (30–200)	$< 0,0001^a$
Energie podaná (J) (1. výboj)	128,7 (36–260)	64,9 (32–254)	$< 0,0001^a$
Proud (A) (1. výboj)	13,5 (4–26)	10,0 (4–25)	$< 0,0001^a$
Impedance (Ω) (1. výboj)	88,0 (44–153)	95,0 (46–159)	$< 0,0001^a$
medián (min-max), ^a Mann-Whitney U-test			

statisticky významně hodnotami parametrů LS, MiR a EF (tabulka 2).

U úspěšných kardioverzí (vedoucích k obnovení normálního SR) byly zjištěny signifikantně nižší hodnoty impedance ($p = 0,008$), signifikantně vyšší hodnoty proudu ($p = 0,010$) a signifikantně vyšší hodnoty podané energie ($p = 0,025$).

Chi-kvadrát test prokázal signifikantně vyšší úspěšnost kardioverze u pacientů s medikací B-blokátoru (97,8% ve srovnání s pacienty bez antiarytmik 90,2%), $p = 0,030$.

Chí-kvadrát test neprokázal závislost výsledku kardioverze na přítomnosti HN, ICHS či DM.

Muži vs. ženy

Chi-kvadrát test prokázal signifikantní závislost úspěšnosti 1. výboje na pohlaví pacientů – u mužů byl obnoven SR po 1. výboji v 42,4% případech, u žen v 57,6% případech ($p = 0,048$). Neparametrický test Mann-Whitney prokázal signifikantně vyšší hodnoty impedance 1. výboje u žen (medián 100) než u mužů (medián 94), $p = 0,017$. V hodnotách BMI se muži a ženy nelišili statisticky významně (tabulka 3). Pro toto porovnání byli vybráni pouze pacienti u nichž byla, kromě výsledku 1. výboje, známa také hodnota impedance 1. výboje.

Změna hodnoty impedance hrudníku po 1. výboji externího bifázického defibrilátoru

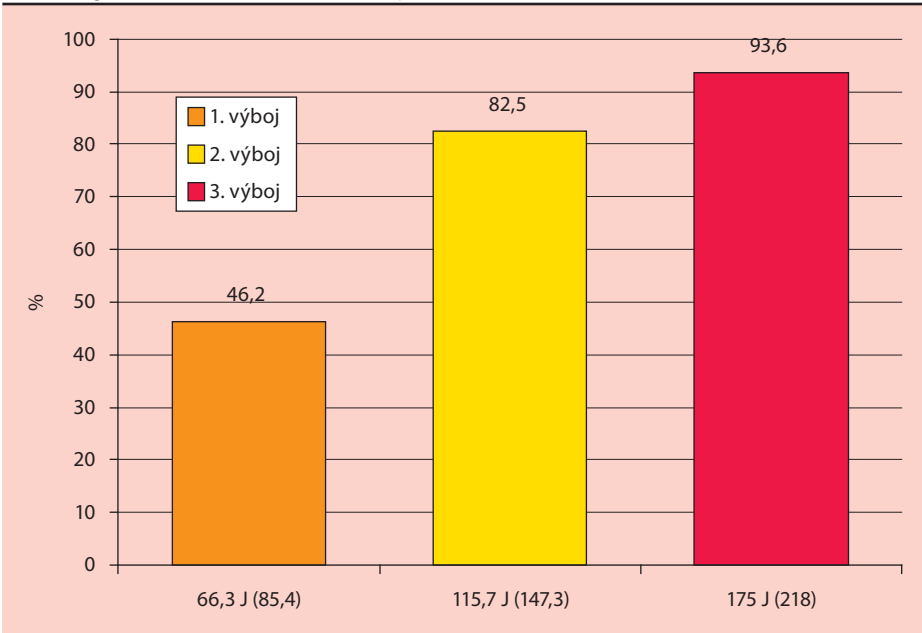
Neparametrický Wilcoxonův párový test prokázal signifikantní snížení impedance při 2. výboji (medián 86) ve srovnání s impedancí při 1. výboji (medián 100) ($p < 0,0001$).

Neparametrický test Mann-Whitney prokázal signifikantně nižší impedanci při nastavené energii nad 100 J ve srovnání se situací, kdy byla nastavená energie 30–50 J, resp. 75–100 J (graf 2).

Porovnání skupiny externích a intrakardiálních elektrických kardioverzí bifázickým výbojem

Skupině 40 pacientů, u kterých nebyla elektrická kardioverze efektivní, bylo nabídnuto provedení intrakardiální elektrické kardioverze, ale po důsledně provedeném poučení o povaze výkonu velká většina pacientů výkon vzhledem k jeho invazivně odmítla. Malá skupina celkem 7 pacientů, která s intrakardiální elektrickou kardioverzí souhlasila, tento výkon podstoupila s okamžitým efektem verze na SR při kumulativním bifázickém výboji 30 J (3 pacienti s verzí na SR, efektivita 42,9%), přičemž u 2 došlo k re-

Graf 1. Znázornění rostoucí úspěšnosti kardioverze FS na SR s počtem podaných výbojů a s velikostí energie (v závorce uvedena skutečně podaná)



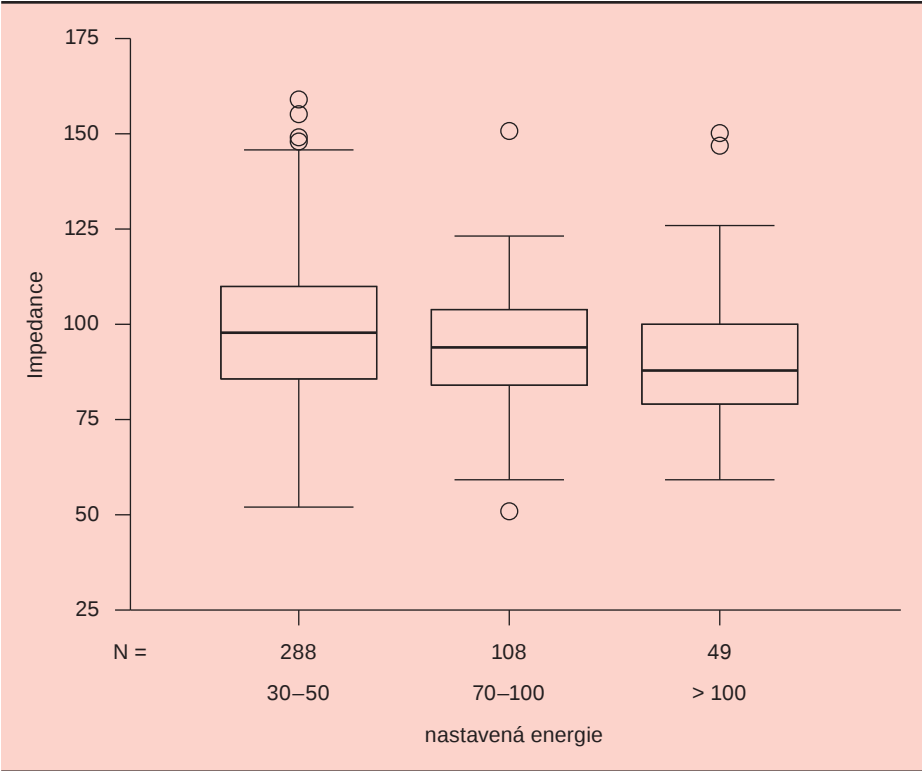
Tabulka 2. Faktory úspěšnosti kardioverze

	Výsledek kardioverze		Signifikance
	SR	FS	
počet (%)	582 (93,6%)	40 (6,4%)	
pohlaví pacientů M/Ž	362/220	28/12	0,324 ^b
počet (%)	(92,8%/94,8%)	(7,2%/5,2%)	
věk pacientů (roky)	66 (20–92)	63 (39–81)	0,070 ^a
LS (mm)	46,0 (23–68)	46,5 (37–64)	0,372 ^a
EF (%)	55,0 (10–78)	54,5 (20–68)	0,643 ^a
MiR (stupeň)	1,0 (0–4)	1,0 (0–3)	0,400 ^a
energie nastavená (J) (1. výboj)	50,0 (30–200)	50,0 (30–150)	0,885 ^a
energie podaná (J) (1. výboj)	64,4 (32–237)	63,0 (49–141)	0,025^a
proud (A) (1. výboj)	10,0 (4–22)	9,0 (7–16)	0,010^a
impedance (Ω) (1. výboj)	95,0 (51–159)	107,0 (59–135)	0,008^a
Medikace			
pacienti bez antiarytmik	111 (90,2%)	12 (9,8%)	
počet (%)			
Amiodaron	120 (95,2%)	6 (4,8%)	0,128 ^b
Propafenon	163 (94,8%)	9 (5,2%)	0,136 ^b
Betaxolol, Metoprolol, Bisoprolol, Sactal	87 (97,8%)	2 (2,2%)	0,030^b
Digoxin	186 (94,4%)	11 (5,6%)	0,558 ^b
Rizikové faktory			
DM (ano/ne)	70/512	6/34	0,579 ^b
počet (%)	(92,1%/93,8%)	(7,9%/6,2%)	
ICHS (ano/ne)	92/490	4/36	0,325 ^b
počet (%)	(95,8%/93,2%)	(4,2%/6,8%)	
HN (ano/ne)	239/343	19/21	0,424 ^b
počet (%)	(92,6%/94,2%)	(7,4%/5,8%)	
medián (min-max), ^a Mann-Whitney U-test, ^b chí-kvadrát test			

cidivě FS do týdne od výkonu a u 1 za hodinu po výkonu. U všech pacientů byla nutná eskalace 3 výbojů dle protokolu (5–10–15 J).

Skupina pacientů s intrakardiální a externí kardioverzí se nelišila signifikantně v pohlaví, věku, BMI, LS a EF (tabulka 4).

Graf 2. Nastavená energie 1. výboje vs. impedance



Tabulka 3. Muži vs. Ženy (výsledky po 1. výboji)

	Muži	Ženy	Signifikance
počet	280	165	
SR při 1. výboji počet (%)	134 (47,9%)	95 (57,6%)	0,048 ^b
BMI	28,6 (20,9–49,0)	29,0 (20,3–46,1)	0,391 ^a
impedance 1. výboje (Ω)	94,0 (52–159)	100,0 (51–155)	0,017 ^a
medián (min-max), ^a Mann-Whitney U-test, ^b chí-kvadrát test			

Tabulka 4. Porovnání skupiny externích a interních kardioverzí v úspěšnosti kardioverze

	Externí kardioverze	Interní kardioverze	Signifikance
počet	622	7	
pohlaví pacientů M/Ž	390/232	5/2	
počet (%)	(62,7 %/37,3 %)	(71,4 %/28,6 %)	1,000 ^b
BMI	28,7 (20,3–49,0)	31,0 (27,9–35,6)	0,135 ^a
věk pacientů (roky)	66,0 (20–92)	65,0 (52–77)	0,991 ^a
LS (mm)	46,0 (23–68)	48,5 (40–55)	0,254 ^a
EF %	55,0 (10–80)	52,5 (20–68)	0,971 ^a
SR při kardioverzi (ano/ne)	582/40	3/4	
počet (%)	(93,6 %/6,4 %)	(42,9 %/57,1 %)	0,001 ^b
medián (min-max), ^a Mann-Whitney U-test, ^b Fisherův exaktní test			

Při porovnání skupiny externích a intrakardiálních kardioverzí v úspěšnosti kardioverze prokázal Fisherův exaktní test signifikantně vyšší úspěšnost externí kardioverze (93,6 %) ve srovnání s intrakardiální kardioverzí (42,9 %), hladina signifikance testu $p = 0,001$. Ve skupině pacientů s intrakardiální kardioverzí byla zjištěna signifikantně vyšší impedance (medián 100) ve srovnání se skupinou s externí kardioverzí (medián 94), $p = 0,017$, Mann-Whitney U-test.

Výskyt komplikací

Ze všech sledovaných komplikací byly zaznamenány pouze přechodné atrioventrikulární blokády I. st. (17 pacientů), II. st. (2 pacienti) a III. st. (2 pacienti), vždy s rychlou úpravou převodu bez nutnosti zavedení dočasné transtorakální či transvenozní kardiostimulace.

Diskuze

Doporučení České kardiologické společnosti pro léčbu FS z roku 2004 hovoří o možnosti

použít intrakardiální elektrickou kardioverzi jako alternativu externí elektrické kardioverze při uváděné menší bolestivosti a možnosti se vyhnout rizikům vyplývajícím z celkové anestezie. Nicméně není jasně definována skupina pacientů, u kterých intrakardiální elektrickou kardioverzi indikovat. Doporučení uvádějí, že se původně předpokládaná dlouhodobá účinnost intrakardiální kardioverze oproti externí kardioverzi nepotvrdila (27).

Novější společná guidelines Evropské kardiologické společnosti (ESC) a amerických kardiologických společností (ACC/AHA) pro management pacientů s FS z roku 2006 uvádějí jako možné indikace k použití intrakardiální elektrické kardioverze obezitu pacientů či přítomnost chronické obstrukční plicní nemoci. Současně ale připouští, že není provádění intrakardiálních kardioverzí příliš rozšířeno, což může být pochopitelně způsobeno mimo jiné i tím, že frekvence rekurence FS po úspěšné elektrické kardioverzi na SR je u obou technik (intrakardiální i externí transtorakální) srovnatelná (19, 20, 28).

Bifázický rektilineární výboj (obrázek 1) stejně jako jiné bifázické výboje využívá průběhu elektrického defibrilačního proudu mezi pádly ve dvou fázích. V první fázi proudí od anteriorní elektrody k laterální a po velmi krátké pauze (tzv. time gap) v trvání 0,001 ms se proud obrací a proudí opačným směrem (druhá fáze). Obě fáze mají fixně nastavené doby trvání, fáze první 6 ms a fáze druhá 4 ms. Oproti běžnému bifázickému truncated exponential výboji (obrázek 3) je rozdíl právě v rektilineární první fázi – to, že je tento výboj rektilineární („přímočarý“), znamená, že je v první fázi elektronicky udržována konstantní hodnota proudu.

Bifázický výboj je mnoho let inkorporován v komorových implantabilních defibrilátorech, a to hlavně z důvodu nižšího defibrilačního prahu. Až o mnoho let později byly získány první zkušenosti s externí bifázickou defibrilací v rámci resuscitace při komorové fibrilaci, kde byla zjištěna vyšší účinnost v porovnání s monofázickým výbojem a také nižší výskyt postresuscitačních neurologických reziduí (24).

Bifázický rektilineární výboj udržuje v první fázi konstantní hodnotu proudu a takto je pravděpodobně dosaženo kvalitnější depolarizace většího množství myocytů. Keener a kol. ve své teoretické práci (31) dochází k závěrům, které vysvětlují na teoretickém základě, proč je v praxi bifázický výboj účinnější než monofázický. Dle jejich zjištění není optimální dělit trvání fází 1 : 1, ale ponechat delší trvání první fáze (např. poměr 70 : 30). Dále uvádí, že se rozdíl

mezi monofázickým a bifázickým výbojem ztrácí při krátkém trvání impulsu (pod 5 ms), proto je doporučováno trvání od 10 do 16 ms.

Jako jeden z prvních přímo porovnal defibrilační prahy při použití externí monofázické a bifázické kardioverze u fibrilace síní Niebauer, který zjistil, že defibrilační práh je při monofázické kardioverzi téměř třikrát vyšší než při bifázické externí kardioverzi (24). Přímým srovnáním účinnosti externí monofázické a bifázické kardioverze u perzistující FS pak další autoři zjistili, že sumární účinnosti bifázické verze je signifikantně vyšší než u verze monofázické (93 a 95 % oproti 88 a 79 %) (15, 32). Mittal potvrdil, že neúčinnost bifázické externí kardioverze dobře koreluje s trváním fibrilace síní a body mass indexem, resp. aktuálním odporem hrudníku při výboji (15). Mittal použil ve své studii, srovnávající efektivitu monofázické a bifázické externí elektrické kardioverze čtyřstupňový protokol, kdy zvyšoval energii u monofázického výboje v sekvenci 100 ... 200 ... 300 ... 360 J a u bifázického výboje v sekvenci 70 ... 120 ... 150 ... 170 J. Přes poměrně velkou hodnotu kumulativní energie u monofázické skupiny (až 960 J) dosáhl maximálně 79 % úspěšnosti v kardioverzi na SR, zatímco u skupiny bifázické (510 J kumulativní energie) byla úspěšnost až 94 %. Prakticky stejné hodnoty úspěšnosti jsme dosáhli i v našem souboru a to dokonce při nižší kumulativní energii (průměrně 450,7 J).

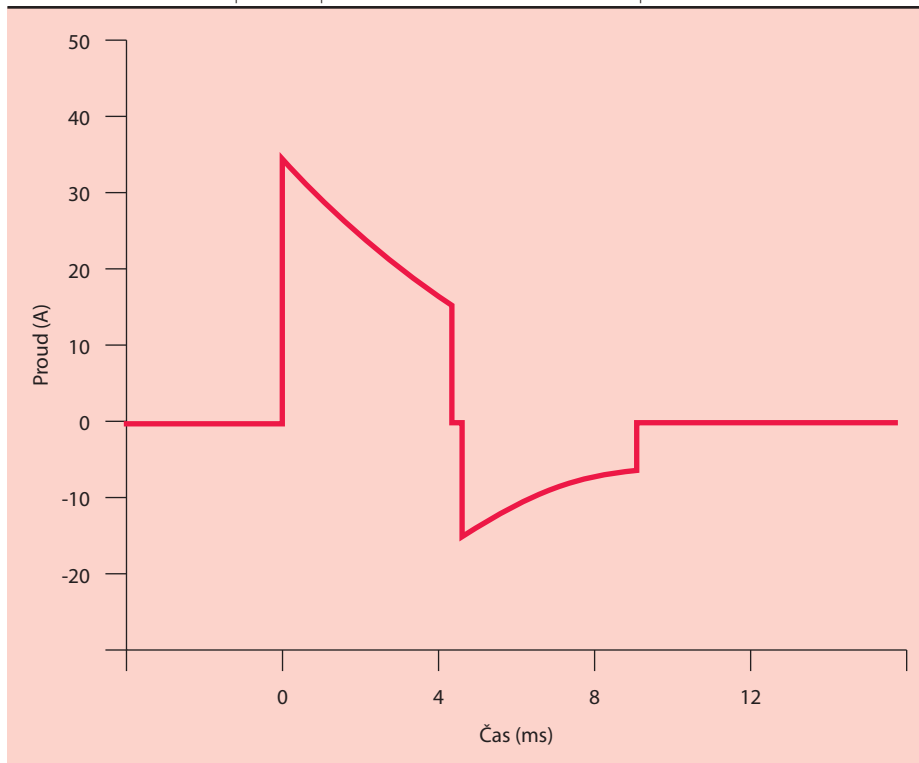
Lévy provedl srovnání externí a interní kardioverze monofázickým výbojem, kdy rozdíl v úspěšnosti kardioverze na SR byl 67 % proti 92 % ($p = 0,002$) ve prospěch interní kardioverze, ale šlo o monofázické výboje a navíc ve skupině interní kardioverze byla použita velká hodnota výboje 200–300 J (19).

V práci Alta byly opět srovnány skupiny pacientů s FS vertovaných monofázickým výbojem externě i interně, ale již byla k interní elektrické kardioverzi použita nízká hodnota energie 1–15 J, pro externí výboj pak 300–360 J. I přes tento rozdíl byla efektivita verze na SR u interní elektrické kardioverze statisticky významně vyšší (93 % vs. 79 %, $P < 0,01$) (20).

Mairesse porovnal monofázický a bifázický rektilineární výboj u intrakardiální elektrické kardioverze a dospěl k závěru, že rektilineární bifázický potřebuje k úspěšné kardioverzi na SR menší energii než výboj monofázický (33).

Zkušenosti se stejným jednoelektrodovým systémem s balonkem k provedení intrakardiální elektrické kardioverze, který použilo i naše pracoviště, popsal i Schmieder, který dosáhl úspěšnosti 91 % v obnovení SR. Vyšší úspěšnost

Obrázek 3. Znáznornění průběhu proudu u bifázického truncated exponencionálního defibrilátoru



byla při zavedení katétru do levé pulmonální arterie než do pravé (93 % vs. 86 %). Maximální podaná energie byla 15 J, protokol postupoval v postupných šesti krocích s navyšováním energie (34).

Gasparini u skupiny nemocných s dlouhotrvající FS a neefektivní externí elektrickou kardioverzí provedl intrakardiální elektrickou kardioverzi s úspěšností verze na SR v 95 %, nicméně u 31 % pacientů recidivovala FS. Protokol externí kardioverze měl ovšem pouze dva stupně 200 a 300 J, obojí monofázický výboj (35).

Yalcin ve své práci srovnal dvě relativně malé skupiny nemocných, u kterých provedl externí kardioverzi bifázickým truncated exponential výbojem a intrakardiální kardioverzi monofázickým výbojem. Obě metody nebyly v efektivitě kardioverze na SR statisticky rozdílné (36).

U pacientů v naší práci jsme očekávali, že ve skupině nemocných refrakterní na bifázický rektilineární externí výboj bude alespoň část vertovatelná interním (intrakardiálním) bifázickým výbojem, u něhož impedance hrudníku nehraje prakticky žádnou roli. Tato hypotéza se, jak je z předložených dat patrné, sice u 3 pacientů potvrdila, nicméně provedení intrakardiální elektrické kardioverze na dlouhodobější udržení SR vliv nemělo. Ukázalo se, že počet pacientů, kteří by potencionálně mohli být indikováni k intrakardiální elektrické kardioverzi, je velmi malý (40 pacientů během téměř 7 let) a i z tohoto malého množství je jen zlomek ochoten

podstoupit invazivní výkon, jakým intrakardiální elektrická kardioverze je.

Jistou limitací naší studie je, že byly porovnávány všechny výboje – tzn., že ve všech analýzách nebyl statistickou jednotkou pacient, ale případ – tj. konkrétní situace, která vyžadovala aplikaci výbojů pro obnovení normálního srdečního rytmu. Zpracovávaná data tedy nejsou nezávislá, údaje jednoho pacienta se zde mohou objevit vícekrát v závislosti na tom, kolikrát u pacienta došlo v průběhu sledovacího období k recidivě fibrilaci síní. Test Mann-Whitney prokázal statisticky signifikantní rozdíly mezi výboji úspěšnými (které vedly k normálnímu SR) a výboji neúspěšnými (FS) ve všech charakteristikách výbojů, tj. energii, proudu a impedanci. U úspěšných výbojů byly zjištěny signifikantně vyšší hodnoty energie a proudu a signifikantně nižší hodnoty impedance.

Literální prameny i evropská doporučení pro léčbu fibrilace síní doporučují indikovat intrakardiální elektrickou kardioverzi u extrémně obezných pacientů, u pacientů s těžkou chronickou obstrukční plicní nemocí a případně při potřebě kardioverze fibrilace síní v rámci prováděného katetrizačního vyšetření či výkonu. Naše mnohaleté zkušenosti nás vedou k položení si otázky skutečně indikace intrakardiální elektrické kardioverze, výkonu, který je svou povahou invazivní a je proto zatížen rizikem dalších komplikací, které se při externí elektrické kardioverzi vyskytnout nemohou. Z našeho pohledu je sporná indikace

u pacientů s nadváhou a s CHOPN, u kterých bude mít intrakardiální elektrická kardioverze jistě naději na úspěch vyšší než externí elektrická kardioverze, ale je problematické dlouhodobější udržení SR, což dokládají i zkušenosti jiných pracovišť. U pacientů s fibrilací síní, která se vertuje v rámci katetrizačního vyšetření (elektrofyzilogie, radiofrekvenční ablace), je použití intrakardiální kardioverze výhodné a pro pacienta komfortní (odstraní se riziko popálení kůže), ale ekonomicky bohužel náročnější než běžná externí elektrická kardioverze i při použití jednorázových gelových lepicích elektrod.

Závěr

Externí elektrická kardioverze bifázickým rektilineárním výbojem je vysoce efektivní a svou účinností dosahuje efektivity intrakardiální elektrické bifázické kardioverze. Prostor k možnému využití intrakardiální elektrické kardioverze je podle našeho názoru především u nemocných s fibrilací síní vzniklou při elektrofyzilogickém vyšetření nebo v rámci radiofrekvenční ablace – zde je jistě alternativní metodou k transtorakální externí elektrické kardioverzi.

Literatura

- Ostranderl JR, Kjelsberg MO, et al. Electrocardiographic finding among the adult population of a total natural community, Tecumseh, Michigan. *Circulation* 1965; 31: 888–898.
- Conen D, Osswald S, Albert CM. Epidemiology of atrial fibrillation. *Swiss Med Wkly* 2009; 139(25–26): 346–352.
- Greenlee RT, Vidaillet H. Recent progress in the epidemiology of atrial fibrillation. *Curr Opin Cardiol* 2005; 20(1): 7–14.
- Furberg CD, Manolio TA, et al. Prevalence of atrial fibrillation in elderly subjects (the cardiovascular health study). *Am J Cardiol* 1994; 74: 236–41.
- Go AS. The epidemiology of atrial fibrillation in elderly persons: the tip of the iceberg. *Am J Geriatr Cardiol* 2005; 14(2): 56–61.
- Wolf PA, Benjamin EJ, Belanger AJ, Kannel WB, Levy D, D'Agostino RB. Secular trends in the prevalence of atrial fibrillation: The Framingham Study. *Am Heart J* 1996; 131(4): 790–795.
- Conen D, Tedrow UB, Cook NR, Moorthy MV, Buring JE, Albert CM. Alcohol consumption and risk of incident atrial fibrillation in women. *JAMA* 2008; 300(21): 2489–2496.
- Wolf PA, Kannel WB, et al. Atrial fibrillation as an independent risk factor for stroke: The Framingham study stroke 1991; 22: 983–988.
- Chugh SS, Blackshear JL, Shen WK, Hammill SC, Gersh BJ. Epidemiology and natural history of atrial fibrillation: clinical implications. *J Am Coll Cardiol* 2001; 37(2): 371–378.
- Packer DL, Bardy GH, Worley SJ, Smith MS, Cobb FR, Coleman RE, Gallagher JJ, German LD. Tachycardia-induced cardiomyopathy: a reversible form of left ventricular dysfunction. *Am J Cardiol* 1986; 57(8): 563–570.
- Krahn AD, Manfreda J, Tate RB, Mathewson FA, Cuddy TE. The natural history of atrial fibrillation: incidence, risk factors, and prognosis in the Manitoba Follow-Up Study. *Am J Med* 1995; 98(5): 476–484.
- Hamer ME, Blumenthal JA, McCarthy EA, Phillips BG, Pritchett EL. Quality-of-life assessment in patients with paroxysmal atrial fibrillation or paroxysmal supraventricular tachycardia. *Am J Cardiol* 1994; 74(8): 826–829.
- Van Gelder IC, Crijns HJ, Van Gilst WH, Verwer R, Lie KI. Prediction of uneventful cardioversion and maintenance of sinus rhythm from direct-current electrical cardioversion of chronic atrial fibrillation and flutter. *Am J Cardiol* 1991; 68(1): 41–46.
- Lundstrom T, Ryden L. Chronic atrial fibrillation. Long-term results of direct current conversion. *Acta Med Scand* 1988; 223(1): 53–59.
- Mittal S, Ayati S, Stein KM, Schwartzman D, Cavlovich D, Tchou PJ, Markowitz SM, Slotwimer DJ, Scheiner MA, Lerman BB. Transthoracic cardioversion of atrial fibrillation: comparison of rectilinear biphasic versus damped sine wave monophasic shocks. *Circulation* 2000; 101(11): 1282–1287.
- Saliba W, Juratli N, Chung MK, Niebauer MJ, Erdogan O, Trohman R, Wilkoff BL, Augostini R, Mowrey KA, Nadzam GR, Tchou PJ. Higher energy synchronized external direct current cardioversion for refractory atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol* 1999; 34(7): 2031–2034.
- Boriani G, Biffi M, Camanini C, Luceri RM, Branzi A. Transvenous low energy internal cardioversion for atrial fibrillation: a review of clinical applications and future developments. *Pacing Clin Electrophysiol* 2001; 24(1): 99–107.
- Andraghetti A, Scalese M. Safety and efficacy of low-energy cardioversion of 500 patients using two different techniques. *Europace* 2001; 3(1): 4–9.
- Levy S, Lauribe P, Dolla E, Kou W, Kadish A, Calkins H, Paganelli F, Moyal C, Bremond M, Schork A, et al. A randomized comparison of external and internal cardioversion of chronic atrial fibrillation. *Circulation* 1992; 86(5): 1415–1420.
- Alt E, Ammer R, Schmitt C, Evans F, Lehmann G, Pasquantonio J, Schomig A. A comparison of treatment of atrial fibrillation with low-energy intracardiac cardioversion and conventional external cardioversion. *Eur Heart J* 1997; 18(11): 1796–1804.
- Mittal S, Stein KM, Markowitz SM, Iwai S, Guttigoli A, Lerman BB. An update on electrical cardioversion of atrial fibrillation. *Card Electrophysiol Rev* 2003; 7(3): 285–289.
- Marcián P, Lukl J, Zapletalová J. Úspěšnost externí elektrické kardioverze bifázickým rektilineárním výbojem u pacientů s fibrilací síní, vliv impedance hrudníku na akutní efektivitu kardioverze. *Interv Akut Kardiol* 2006; 5: 67–72.
- Walsh SJ, McCarty D, McClelland AJ, Owens CG, Trouton TG, Harbinson MT, O'Mullan S, McAllister A, McClements BM, Stevenson M, Dalzell GW, Adgey AA. Impedance compensated biphasic waveforms for transthoracic cardioversion of atrial fibrillation: a multi-centre comparison of antero-apical and antero-posterior pad positions. *Eur Heart J* 2005; 26(13): 1298–1302.
- Niebauer MJ, Chung MK, Brewer JE, Tchou PJ. Reduced cardioversion thresholds for atrial fibrillation and flutter using the rectilinear biphasic waveform. *J Interv Card Electrophysiol* 2005; 13(2): 145–150.
- Mazza A, Fera MS, Pugliese M, Leggio M, Bendini MG, Poli V, Manzara C, Minardi G, Pino PG, Pompa D, Fiorella AT, De Santis F, Giovannini E. Biphasic transoesophageal vs. transthoracic electrical cardioversion of persistent atrial fibrillation. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)* 2006; 7(8): 594–600.
- Fumagalli S, Boni N, Padeletti M, Gori F, Boncinelli L, Valotti P, Baldasseroni S, Di Bari M, Masotti G, Padeletti L, Barold S, Marchionni N. Determinants of thoracic electrical impedance in external electrical cardioversion of atrial fibrillation. *Am J Cardiol* 2006; 98(1): 82–87.
- Čihák R, Heinc P. Doporučené postupy pro léčbu pacientů s fibrilací síní. *Cor Vasa* 2004; 46: K67–K77.
- Fuster V, Ryden LE, Cannom DS, Crijns HJ, Curtis AB, Ellenbogen KA, Halperin JL, Le Heuzey JY, Kay GN, Lowe JE, Olsson SB, Prystowsky EN, Tamargo JL, Wann S, Smith SC Jr, Jacobs AK, Adams CD, Anderson JL, Antman EM, Hunt SA, Nishimura R, Ornato JP, Page RL, Riegel B, Priori SG, Blanc JJ, Budaj A, Camm AJ, Dean V, Deckers JW, Despres C, Dickstein K, Lekakis J, McGregor K, Metra M, Morais J, Osterspey A, Zamorano JL. ACC/AHA/ESC 2006 guidelines for the management of patients with atrial fibrillation: full text: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on practice guidelines and the European Society of Cardiology Committee for Practice Guidelines (Writing Committee to Revise the 2001 guidelines for the management of patients with atrial fibrillation) developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association and the Heart Rhythm Society. *Europace* 2006; 8(9): 651–745.
- Peleska B. Cardiac Arrhythmias Following Condenser Discharges and Their Dependence Upon Strength of Current and Phase of Cardiac Cycle. *Circ Res* 1963; 13: 21–32.
- Peleska B. Optimal parameters of electrical impulses for defibrillation by condenser discharges. *Circ Res* 1966; 18(1): 10–17.
- Keener JP, Lewis TJ. The biphasic mystery: why a biphasic shock is more effective than a monophasic shock for defibrillation. *J Theor Biol* 1999; 200(1): 1–17.
- Ricard P, Levy S, Boccard G, Lakhal E, Bardy G. External cardioversion of atrial fibrillation: comparison of biphasic vs monophasic waveform shocks. *Europace* 2001; 3(2): 96–99.
- Mairesse GH, Raepers M, Legrand I, Baroud I, Deheneffe Y, Emonts M, Paquay JL, Mitri K. Internal cardioversion of persistent atrial fibrillation using rectilinear biphasic waveform. *J Interv Card Electrophysiol* 2003; 9(3): 371–375.
- Schmieder S, Schneider MA, Karch MR, Schmitt C. Internal low energy cardioversion of atrial fibrillation using a single lead system: comparison of a left and right pulmonary artery catheter approach. *Pacing Clin Electrophysiol* 2001; 24(7): 1108–1112.
- Gasparini G, Bonso A, Themistoclakis S, Giada F, Raviele A. Low-energy internal cardioversion in patients with long-lasting atrial fibrillation refractory to external electrical cardioversion: results and long-term follow-up. *Europace* 2001; 3(2): 90–95.
- Yalcin R, Kaya MG, Ozdemir M, Cemri M, Timurkaynak T, Boyaci B, Cengel A. Prospective randomized trial of transthoracic versus low-energy transvenous internal cardioversion in persistent atrial fibrillation. *Acta Cardiol* 2004; 59(5): 521–526.

Článek přijat redakcí: 4. 8. 2009

Článek přijat k publikaci: 28. 8. 2009

MUDr. Pavel Marcián

Kardiologická klinika FN Olomouc, LF UP
I. P. Pavlova 6, 775 20 Olomouc
pavelmarcian@post.cz