

Odporúčania Európskej resuscitačnej rady pre resuscitáciu 2010

Sekcia 3 Elektrická liečba: Automatické externé defibrilátory, defibrilácia, kardioverzia a kardiostimulácia

Charles D. Deakin,^a Jerry P. Nolan,^b Kjetil Sunde,^c Rudolph W. Koster^d

^a Southampton University Hospital NHS Trust, Southampton, UK

^b Royal United Hospital, Bath, UK

^c Oslo University Hospital Ullevål, Oslo, Norway

^d Department of Cardiology, Academic Medical Center, Amsterdam, The Netherlands

Korešpondujúci autor: email: charlesdeakin@doctors.org.uk (C.D. Deakin)

Resuscitation 81;2010:1293-1304

Súhrn zmien voči odporúčaniam z roku 2005

Najdôležitejšie zmeny v odporúčaníach Európskej resuscitačnej rady (ERC) 2010 pre elektrickú liečbu zahŕňajú:

- Odporúčania zdôrazňujú dôležitosť včasného neprerušovaného stláčania hrudníka.
- Omnoho väčší dôraz sa kladie na skrátenie času prerušenia stláčania hrudníka pred a po výboji; odporúča sa *pokračovať v stláčaní hrudníka* počas nabíjania defibrilátora.
- Po podaní výboja sa má okamžite pokračovať v stláčaní hrudníka; v kombinácii so stláčaním hrudníka počas nabíjania defibrilátora by prestávka na aplikáciu defibrilačného výboja *nemala presiahnuť 5 sekúnd*.
- Prioritou ostáva bezpečnosť záchrancu, ale odporúčania potvrdzujú, že riziko poranenia záchrancu defibrilátorom je veľmi malé, zvlášť ak používa rukavice. Zdôrazňuje sa rýchla kontrola bezpečnosti záchrancov pred podaním výboja, aby sa minimalizovala prestávka pred výbojom.
- Pri liečbe pacienta so zastavením obehu mimo nemocnice má personál záchranej zdravotnej služby (ZZS) vykonávať kvalitnú kardiopulmonálnu resuscitáciu (KPR) počas prípravy a nabíjania defibrilátora, ale *rutinná aplikácia KPR po určitý čas* (napr. dve alebo tri minúty) *pred analýzou rytmu a výbojom sa už viac neodporúča*. Keďže ale dostupné údaje nepodporujú ani nevyvracajú túto stratégiu, zodpovední pracovníci ZZS, ktoré majú tento postup zavedený ako pevnú súčasť používaného algoritmu môžu rozhodnúť, či sa v tejto praxi bude pokračovať.
- Podanie najviac *troch za sebou nasledujúcich výbojov* je možné zvážiť v prípade komorovej fibrilácie (KF) alebo bezpulzovej komorovej tachykardie (KT) počas katetrizácie srdca alebo v bezprostrednom pooperačnom období po operácii srdca. Túto trojvýbojovú stratégiu možno zvážiť aj pri zastavení obehu s KF/KT za prítomnosti svedkov, ak je pacient už pripojený k manuálnemu defibrilátoru.
- Elektródové pasty a gély sa môžu rozotrieť medzi elektródy a vytvoriť podmienky pre vznik iskry – elektrického oblúka, preto by sa nemali používať.

Úvod

V tejto sekcii sú uvedené odporúčania pre defibriláciu s použitím automatických externých defibrilátorov (AED) a manuálnych defibrilátorov. V odporúčaníach došlo iba k minimálnym zmenám voči odporúčaniam z roku 2005. Všetci zdravotníci a laickí záchrancovia môžu používať AED v rámci základnej neodkladnej resuscitácie (ZNR). Manuálna defibrilácia patrí do rozšírenej neodkladnej resuscitácie (RNR). V tejto kapitole sa hovorí aj o synchronizovanej kardioverzii a kardiostimulácii, pretože súčasné defibrilátory spravidla umožňujú použiť tieto postupy.

Defibrilácia je prechod elektrického prúdu cez myokard v takej intenzite, ktorá vyvolá depolarizáciu svaloviny srdca, čo vytvára podmienky na obnovenie koordinovanej elektrickej aktivity. Defibrilácia je definovaná ako ukončenie fibrilácie, alebo presnejšie neprítomnosť KF/KT po 5 sekundách od aplikácie výboja; konečným cieľom defibrilácie je ale obnovenie organizovaného rytmu a spontánneho obehu.

Technológia defibrilátorov rýchlo napreduje. V súčasnosti je samozrejmosťou hlasová komunikácia AED so záchrancom; budúce technológie umožnia podávať prostredníctvom hlasových výziev ešte špecifickejšie inštrukcie. Významným pokrokom je vývoj schopností defibrilátorov zhodnotiť rytmus počas vykonávania KPR, pretože umožňuje záchrancom zhodnotiť rytmus bez prerušenia stláčania hrudníka. V budúcnosti bude možné na základe analýzy EKG krivky automaticky stanoviť optimálny čas na aplikáciu výboja.

Životne dôležité ohnivo v reťazi prežitia

Defibrilácia je kľúčové ohnivo v reťazi prežitia a je jedným z mála postupov, u ktorých bolo dokázané, že zlepšujú prežívanie po zastavení obehu v dôsledku KF/KT. Už odporúčania z roku 2005 zdôrazňovali význam včasnej defibrilácie s minimálnym zdržaním.^{1,2}

Pravdepodobnosť úspešnej defibrilácie a následného prežitia do prepustenia z nemocnice sa rýchlo znižuje s časom^{3,4} a schopnosť vykonať včasnú defibriláciu je jedným z najdôležitejších faktorov určujúcich prežívanie po zastavení obehu. Každá minúta odkladu defibrilácie, ak laici neposkytujú KPR, znižuje prežitie po KF so svedkami o 10 - 12 %.^{4,5} Záchranári ZZS spravidla nie sú schopní dôjsť na miesto príhody a vykonať defibriláciu v priebehu niekoľkých minút po výzve, preto sa v súčasnosti podporuje alternatívne využitie školených laikov na vykonanie včasnej defibrilácie s použitím AED. Záchrané zdravotné služby, ktoré skrátili čas do defibrilácie po zastavení obehu s využitím trébovaných laikov zaznamenali výrazné zlepšenie prežívania do prepustenia z nemocnice,⁶⁻⁹ niektoré až o 75 %, ak bola defibrilácia vykonaná do 3 minút od kolapsu.¹⁰ Tento koncept bol tiež rozšírený na zastavenie obehu v nemocnici, kde bol nelekársky personál trébovaný v defibrilácii s použitím AED pred príchodom resuscitačného tímu.¹¹

Je známe, že prežívanie pacientov so zastavením obehu klesá s každou minútou trvania zastavenia. Ak prítomní laici začnú s KPR, počet pacientov, ktorí prežijú, je o niečo vyšší; v priemere sa mortalita zvyšuje o 3 - 4 % za minútu od kolapsu po defibriláciu.^{3,4,12} To znamená, že KPR vykonávaná prítomnými laikmi môže zvýšiť prežívanie pacientov so zastavením obehu mimo nemocnice na dvojnásobok^{3,4,13} až trojnásobok.¹⁴ Telefonické pokyny, ktoré poskytuje personál operačného strediska ZZS laikom prítomným na mieste, zlepšujú vykonávanie KPR do príchodu ambulancie ZZS po kvantitatívnej i kvalitatívnej stránke.^{15,16} Resuscitáciu môže ďalej zlepšiť použitie interaktívnej videokomunikácie.^{17,18}

Všetci zdravotnícki pracovníci majú byť trébovaní, vybavení a povzbudzovaní, aby vykonávali defibriláciu a KPR. Včasná defibrilácia by mala byť dostupná vo všetkých nemocniciach, poliklinikách a verejných priestranstvách, kde sa zhromažďuje väčší počet ľudí (pozri sekcia 2).¹⁹ Tí, ktorí sú trébovaní v používaní AED, by mali byť trébovaní aj v poskytovaní vysokokvalitnej KPR pred príchodom záchranej zdravotnej služby tak, aby bola optimalizovaná účinnosť včasnej defibrilácie.

Automatické externé defibrilátory

Automatické externé defibrilátory sú zložitú, spoľahlivú, počítačom riadenú zariadenia, ktoré používajú hlasové a zrkové výzvy na vedenie laických záchrancov a zdravotníckych záchranárov za účelom bezpečného vykonania defibrilácie u pacientov so zastavením obehu. Niektoré AED kombinujú pokyny na defibriláciu s pokynmi na vykonávanie optimálneho stláčania hrudníka. Použitie AED laikmi alebo nezdravotníckymi záchrancami je popísané v sekcii 2.¹⁹

Automatický externý defibrilátor, použitý na vykonanie úvodnej defibrilácie, je často následne vymenený prichádzajúcou posádkou ZZS za manuálny defibrilátor. Ak je takáto výmena vykonaná bez zhodnotenia fázy cyklu AED, nasledujúci výboj môže byť oneskorený, čo môže ovplyvniť výsledok liečby.²⁰ Z tohto dôvodu by posádka ZZS mala ponechať AED pripojený aj počas

zaisťovania dýchacích ciest a cievného prístupu. Automatický externý defibrilátor by mal byť ponechaný do nasledujúcej analýzy rytmu; v prípade indikovaného výboja by tento mal byť aplikovaný pred výmenou AED za manuálny defibrilátor.

V súčasnosti výrobcovia dodávajú k defibrilátorom vlastné elektródy, nekompatibilné s inými defibrilátormi, takže pri výmene defibrilátora treba vymeniť aj elektródy. Výrobcovia sú vyzývaní k spolupráci a vývoju univerzálnych konektorov, ktoré umožnia, aby všetky defibrilačné elektródy boli kompatibilné so všetkými defibrilátormi. Takéto riešenie by bolo mimoriadne prínosné pre pacientov a prospešné pre životné prostredie znížením nadbytočného odpadu.

Používanie AED v nemocnici

Do prijatia konsenzu pre resuscitáciu v roku 2010 neboli publikované žiadne randomizované štúdie, ktoré by porovnávali účinnosť AED a manuálnych defibrilátorov v nemocničnom prostredí. Dve štúdie nižšej výpovednej hodnoty u dospelých s NZO následkom defibrilovateľného rytmu v nemocnici ukázali vyšší počet prepustených z nemocnice pri použití AED v porovnaní s manuálnym defibrilátorom.^{21,22} Jedna retrospektívna štúdia²³ nedokázala žiadne zlepšenie prežívania do prepustenia z nemocnice u dospelých s NZO v nemocnici pri použití AED v porovnaní s manuálnou defibriláciou. V tejto štúdii mali pacienti v AED skupine s úvodnou asystóliou alebo bezpulzovou elektrickou aktivitou (BEA) nižšie prežívanie do prepustenia z nemocnice v porovnaní s pacientmi zo skupiny manuálnej defibrilácie (15 % verus 23 %; $p = 0,04$). Štúdia na modeloch ukázala, že používanie AED výrazne zvyšuje pravdepodobnosť aplikácie troch výbojov, ale predlžuje čas do aplikácie výbojov v porovnaní s manuálnym defibrilátorom.²⁴ Na rozdiel od tejto štúdie, iná štúdia simulovaného zastavenia obehu u simulovaných pacientov ukázala, že použitie monitorovacích elektród a plne automatizovaných defibrilátorov skracuje čas do defibrilácie v porovnaní s manuálnymi defibrilátormi.²⁵

K oneskoreniu defibrilácie môže dôjsť vtedy, ak k zastaveniu obehu dôjde na nemonitorovanom lôžku v nemocnici alebo v ambulancii.²⁶ Na týchto miestach môže uplynúť niekoľko minút do príchodu resuscitačného tímu s defibrilátorom a do aplikácie výboja. Napriek obmedzeným dôkazom, používanie AED v nemocnici treba považovať za spôsob, ako umožniť včasnú defibriláciu (do 3 minút od kolapsu), najmä na miestach, kde poskytovatelia zdravotnej starostlivosti nemajú žiadne skúsenosti s určovaním rytmu, alebo kde sa defibrilátory používajú zriedkavo. Povinnosťou manažérov je prijať účinný systém na tréning a opakované školenia zdravotníkov.¹¹ Cieľom je vyškoliť taký počet zdravotníkov, aby bolo možné defibrilovať do 3 minút každého hospitalizovaného pacienta so zastavením obehu. Nemocnice by mali monitorovať čas od kolapsu do prvého výboja a výsledný stav pacienta po resuscitácii.

Výboj v manuálnom alebo v poloautomatickom režime

Mnoho AED môže pracovať tak ručným, ako aj poloautomatickým spôsobom, ale iba niekoľko štúdií porovnávalo tieto dva spôsoby. Pri použití poloautomatického režimu došlo k skráteniu času do prvého výboja v nemocničných²⁷ aj prednemocničných²⁸ podmienkach, zvýšeniu počtu konverzií KF²⁸ a k poklesu počtu nesprávne aplikovaných výbojov. Naopak, poloautomatický režim bol spojený s dlhším časom, počas ktorého nebol stláčaný hrudník,^{29,30} hlavne pre dlhšiu prestávku pred výbojom kvôli automatickej analýze rytmu. Napriek týmto rozdielom, žiadna štúdia nepreukázala významnejší rozdiel v obnovení spontánneho obehu, prežívaní a prepustení z nemocnice.^{23,27,28} Najlepší spôsob defibrilácie závisí od systému, zručností, školení personálu a skúseností s rozpoznávaním EKG. Kratšia pauza pred výbojom a kratšie obdobie bez stláčania hrudníka zvyšuje perfúziu životne dôležitých orgánov a pravdepodobnosť obnovenia spontánneho obehu.³¹⁻³³ Pri použití manuálnych defibrilátorov a niektorých AED je možné stláčať hrudník aj počas nabíjania a tak skrátiť prestávku pred výbojom na menej ako 5 sekúnd. Nevyhnutnou podmienkou sú tréning jedincov, časté školenia tímov a skúsenosti s rozpoznávaním EKG pri používaní manuálneho defibrilátora.

Automatická analýza rytmu

Automatické externé defibrilátory majú mikroprocesory, ktoré analyzujú niekoľko znakov na EKG, vrátane frekvencie a amplitúdy. Sú vyvíjané technológie, ktoré by už čoskoro mali

umožniť AED poskytovať informácie o frekvencii a hĺbke stláčania hrudníka počas KPR, čo by mohlo zlepšiť vykonávanie ZNR všetkými záchrancami.^{34,35}

Automatické externé defibrilátory boli podrobne testované oproti archívu záznamov srdcových rytmov a to aj v mnohých štúdiách na dospelých^{36,37} a deťoch.^{38,39} Súčasné prístroje sú schopné analyzovať rytmus srdca s mimoriadnou presnosťou. Hoci väčšina AED prístrojov nie je konštruovaná na podávanie synchronizovaného výboja, všetky AED odporúčajú výboj pri KT, ak frekvencia, tvar a trvanie R vlny presiahne vopred stanovené hodnoty. Väčšina AED si vyžaduje, aby sa počas analýzy rytmu prístrojom nikto nedotýkal hrudníka, čo je spojené s prerušením stláčania hrudníka na rôzne dlhý, pritom signifikantný, čas.⁴⁰ Toto prerušenie ale má výrazný nežiaduci vplyv na výsledok liečby po zastavení obehu.⁴¹ Výrobcovia týchto prístrojov by mali zamerať svoje úsilie na vývoj softvéru, ktorý by minimalizoval čas trvania analýzy, čo by viedlo k skráteniu obdobia bez stláčania hrudníka.

Stratégie pred defibriláciou

Minimalizovanie prestávky pred výbojom

Zdržanie medzi prerušením stláčania hrudníka a aplikovaním výboja (prestávka pred výbojom) musí byť najkratšie možné; aj 5 - 10 sekundové zdržanie znižuje úspešnosť výboja.^{31,32,42} Prestávku pred výbojom je možné jednoducho skrátiť pod 5 sekúnd pokračovaním v stláčaní hrudníka aj počas nabíjania defibrilátora; predpokladom je účinne pracujúci tím s vedúcim, ktorý vie správne komunikovať. Bezpečnostná kontrola, či sa niekto nedotýka pacienta počas výboja, musí byť rýchla a účinná. Zanedbateľné riziko zasiahnutia záchranca výbojom je nižšie, ak všetci používajú rukavice.⁴³ Prestávka po výboji sa skráti, ak záchranca obnoví stláčanie hrudníka okamžite po aplikácii výboja (pozri nižšie). Celý proces defibrilácie by mal prebehnúť tak, aby stláčanie hrudníka nebolo prerušené na viac ako 5 sekúnd.

Bezpečné použitie kyslíka počas defibrilácie

V atmosfére obohatenej o kyslík môže iskrenie zo zle naložených defibrilačných elektród spôsobiť požiar.⁴⁴⁻⁴⁹ Je niekoľko správ o požiaroch, ktoré boli spôsobené týmto spôsobom, pričom vo väčšine prípadov došlo k závažným popáleninám pacienta. Nebola publikovaná žiadna správa o požiaroch spôsobených iskrením, ak bola defibrilácia vykonaná s použitím samolepiacich elektród. V dvoch štúdiách na modeloch nebola koncentrácia kyslíka v zóne defibrilácie zvýšená, ak zariadenie na umelú ventiláciu (vak s chlopňou, samorozpínací vak, alebo moderný ventilátor pre intenzívnu starostlivosť) bol ponechaný pripojený na tracheálnu kanylu, alebo ak kyslík bol vypúšťaný najmenej 1 meter od úst pacienta.^{50,51} Jedna štúdia popisovala vyššie koncentrácie kyslíka a dlhšie obdobie odvetrávania, ak bol kyslík podávaný v obmedzených priestoroch bez dostatočnej ventilácie.⁵²

Riziko požiaru počas vykonávanej defibrilácie je možné minimalizovať s použitím týchto opatrení:

- zložte kyslíkovú masku alebo okuliare a umiestnite ich najmenej 1 meter od hrudníka pacienta
- ponechajte dýchací vak pripojený k tracheálnej kanyle alebo supraglotickej pomôcke. Alternatívne - odpojte akýkoľvek dýchací vak od tracheálnej kanyly alebo supraglotickej pomôcky a odložte ho počas defibrilácie najmenej 1 meter od hrudníka pacienta.
- ak je pacient pripojený na ventilátor, napríklad v operačnej sále alebo jednotke intenzívnej starostlivosti, ponechajte dýchací okruh ventilátora pripojený k tracheálnej kanyle, pokiaľ stláčanie hrudníka nebráni ventilátoru v podávaní dostatočných dýchacích objemov. V tomto prípade je ventilátor zvyčajne nahrádzaný dýchacím vakom, ktorý môže zostať pripojený, alebo je odpojený a odložený do vzdialenosti najmenej 1 meter. Ak je ventilátor odpojený, zaistíte, aby bol najmenej 1 meter od pacienta, alebo najlepšie, aby bol vypnutý; moderné ventilátory totiž vyvíjajú pri odpojení veľký prítok kyslíka. Počas bežného používania, ak je okruh ventilátora pripojený k tracheálnej kanyle, je kyslík z ventilátora na jednotke intenzívnej starostlivosti bezpečne odvádzaný mimo defibrilačnú zónu. Pacienti na jednotke intenzívnej starostlivosti môžu byť kvôli zabezpečeniu dostatočnej oxygenácie závislí od pozitívneho tlaku na konci výdychu (PEEP). V tomto prípade treba počas kardioverzie, kedy dostatočný spontánny obeh umožňuje udržiavať

okysličenie krvi, ponechať počas aplikácie výboja kriticky chorého pacienta pripojeného k ventilátoru.

- počas defibrilácie minimalizujte riziko iskrenia. U samolepiacich defibrilačných elektród je menšia pravdepodobnosť vzniku iskrenia ako u štandardných elektród.

Niektoré staršie verzie zariadenia na stláčanie hrudníka LUCAS sú poháňané kyslíkom s vysokým prietokom, ktorý je vypúšťaný okolo hrudníka pacienta. Pri použití tohto zariadenia boli v okolí hrudníka zaznamenané vysoké koncentrácie kyslíka najmä v relatívne stiesnených priestoroch, ako je napr. ambulancia (sanitné vozidlo). Pri použití modelu poháňaného kyslíkom je preto potrebné byť pri defibrilácii zvlášť opatrný.⁵²

Technika kontaktu elektród s hrudníkom

Optimálna defibrilačná technika má za cieľ priviesť prúd do fibrilujúceho myokardu za prítomnosti minimálneho transtorakálneho odporu. Transtorakálny odpor výrazne kolíše podľa veľkosti tela pacienta; u dospelých pacientov sa pohybuje v rozsahu 70 - 80 Ω .^{53,54} Ďalej popísané techniky majú za cieľ umiestniť vonkajšie elektródy (štandardné alebo samolepiace) do optimálnej polohy využitím techniky, ktorá minimalizuje transtorakálny odpor.

Holenie hrudníka

Pacienti s ochlpením na hrudníku majú zlý elektrický kontakt medzi elektródami a kožou a dochádza u nich k zadržaniu vzduchu pod elektródou. Toto zapríčiňuje vysoký odpor, znižuje účinnosť defibrilácie, spôsobuje riziko elektrického oblúka (iskrenia) medzi elektródou a kožou a medzi elektródami navzájom a môže byť príčinou popálenín na hrudníku pacienta. Vhodné je rýchle oholenie oblasti plánovaného umiestnenia elektród, ale ak súprava na holenie nie je okamžite dostupná, defibrilácia nesmie byť oddialená. Holenie hrudníka samo o sebe môže mierne znížiť transtorakálny odpor a je odporúčané u plánovaných kardioverzií jednosmerným prúdom s monofázickými defibrilátormi.⁵⁵ Vyšší transtorakálny odpor by nemal ovplyvňovať účinnosť bifázických výbojov s impedančne kompenzovanou krivkou.⁵⁶

Sila pritlačenia elektród

Štandardné elektródy treba pevne pritlačiť k stene hrudníka, aby sa znížil transtorakálny odpor zlepšením elektrického kontaktu v mieste dotyku elektródy s kožou a zmenšením objemu hrudníka.⁵⁷ Optimálna sila je 8 kg u dospelých a 5 kg u detí vo veku 1 - 8 rokov pri použití elektród pre dospelých.⁵⁸ Tlak o sile osem kilogramov môžu vyvinúť len najzdatnejší členovia resuscitačného tímu, preto sa odporúča, aby defibriláciu vykonávali títo záchranári. Na rozdiel od samolepiacich elektród, štandardné elektródy majú čisto kovový povrch, ktorý vyžaduje vloženie vodivého materiálu (gélových podložiek) medzi kov a kožu pacienta na zlepšenie elektrického kontaktu. Použitie kovových elektród bez pokrytia vodivým materiálom je spojené s vysokým transtorakálnym odporom a zvýšeným rizikom vzniku elektrického oblúka a závažnejších popálenín kože pri defibrilácii.

Poloha elektród

Žiadne štúdie na ľuďoch nevyhodnocovali vplyv polohy elektród na obnovenie spontánneho obehu (OSO) alebo prežívanie pri zastavení obehu zapríčinenom KF/KT. Prechod prúdu myokardom počas defibrilácie je maximálny vtedy, ak sú elektródy umiestnené tak, že oblasť fibrilujúceho srdca leží priamo medzi nimi (napr. komory pri KF/KT, predsieň pri PF). Preto optimálna poloha elektród nemusí byť rovnaká pri komorových a predsieňových arytmiách.

Stále viac pacientov má implantované lekárske prístroje (napr. trvalý kardiostimulátor, kardioverter defibrilátor - ICD). Pre týchto pacientov sa odporúčajú výstražné medicínske náramky. Tieto zariadenia môžu byť počas defibrilácie poškodené, ak sú elektródy umiestnené priamo nad prístrojom.^{59,60} Umiestnite elektródy mimo prístroja (najmenej 8 cm),⁵⁹ alebo použite alternatívne umiestnenie elektród (predbočné, predozadné), ako je opísané nižšie.

Náplasti transdermálnych liekov môžu brániť dobrému kontaktu elektród a spôsobovať elektrický oblúk alebo popáleniny, ak sú elektródy umiestnené počas defibrilácie priamo nad nimi.^{61,62} Pred naložením elektród odstráňte liečebné náplasti a vysušte príslušnú oblasť.

Umiestnenie elektród pri komorových arytmiách a zastavení obehu

Umiestnite elektródy (štandardné alebo samolepiace) do štandardnej sterno-apikálnej polohy. Pravá (sternálna) elektróda je umiestnená vpravo od hrudnej kosti pod kľúčnu kosť. Hrotová (apikálna) elektróda je umiestnená vľavo v strednej axilárnej čiare, približne na úrovni EKG elektródy V6 alebo ženského prsníka. Táto poloha by mala byť mimo tkaniva prsníka. Je dôležité, aby táto elektróda bola umiestnená dostatočne laterálne. Iné prijateľné polohy elektród zahŕňajú:

- umiestnenie oboch elektród na bočných stenách hrudníka; jedna na pravej a druhá na ľavej strane (biaxilárne)
- jedna elektróda v štandardnej hrotovej polohe a druhá v pravej hornej polohe na chrbte
- jedna elektróda vpredu, nad ľavým prekordiom a druhá elektróda na zadnej strane srdca, priamo pod ľavou lopatkou.

Pri nakladaní elektród nerozhoduje, ktorá bude umiestnená na apexe a ktorá pod kľúčnou kosťou.

Transtorakálny odpor je menší, ak hrotová elektróda nie je umiestnená nad ženským prsníkom.⁶³ Asymetricky tvarované hrotové elektródy majú nižší odpor, ak sú umiestnené skôr pozdĺžne ako priečne.⁶⁴

Umiestnenie pri predsieňových arytmiách

Predsieňová fibrilácia (PF) je udržiavaná funkčnými reentry okruhmi nachádzajúcimi sa v ľavej predsieni. Keďže ľavá predsieň je umiestnená vzadu v hrudníku, pri PF môže byť teoreticky vhodnejšia taká poloha elektród, ktorá umožní prechod prúdu viac vzadu. Hoci niektoré štúdie dokázali, že predozadné umiestnenie elektród pri plánovanej kardioverzii PF je účinnejšie ako tradičné predo-hrotové,^{65,66} väčšina štúdií nedokázala žiadne zjavné výhody niektorej konkrétnej polohy elektród.^{67,68} Účinnosť kardioverzie môže byť menej závislá od polohy elektród, ak sa používa bifázická, odpor kompenzujúca krivka výboja.⁵⁶ Pri kardioverzii predsieňových arytmií sa za bezpečné a účinné považujú tieto umiestnenia elektród:

- tradičná predohrotová poloha
- predozadná poloha (jedna elektróda vpredu, nad ľavým prekordiom a druhá elektróda na zadnej strane srdca pod ľavou lopatkou).

Dychová fáza

Transtorakálny odpor kolíše počas ventilácie; najnižší je na konci expíria. Ak je to možné, defibrilácia by mala byť vykonaná v tejto fáze ventilačného cyklu. Pozitívny tlak na konci expíria (PEEP) zvyšuje transtorakálny odpor a mal by byť počas defibrilácie minimalizovaný. Auto PEEP (zadržiavanie vzduchu) môže byť vysoký najmä u astmatikov a k defibrilácii môžu byť potrebné vyššie hodnoty energie ako je bežné.⁶⁹

Veľkosť elektród

Asociácia pre vývoj zdravotníckych prístrojov odporúča minimálne veľkosti pre jednotlivé elektródy; súčet plôch elektród by mal byť najmenej 150 cm².⁷⁰ Väčšie elektródy majú menší odpor, ale veľmi veľké elektródy môžu mať za následok menší prietok prúdu myokardom.⁷¹ Pre defibriláciu dospelých, či už štandardnými alebo samolepiacimi elektródami, sa osvedčili elektródy s priemerom 8 - 12 cm. Defibrilácia môže byť úspešnejšia pri použití elektród s priemerom 12 cm ako u elektród s priemerom 8 cm.^{54,72} Štandardné AED prístroje sú vhodné pre deti nad 8 rokov. U detí vo veku 1 až 8 rokov používajte detské elektródy so softvérom na zníženie uvoľnenej energie alebo pediatrický režim, ak je dostupný. Ak nie je, použite nemodifikovaný prístroj, ale dajte pozor, aby sa elektródy pre dospelých neprekryvali. Použitie AED sa neodporúča u detí mladších ako 1 rok.

Spojovacie látky

Ak používate štandardné elektródy, mali by ste používať jednorazové gélové podložky na zmenšenie odporu pri kontakte elektródy s kožou. Elektródové pasty a gély sa môžu rozotrieť medzi dve elektródy a vytvoriť podmienky pre vznik iskry, preto by sa nemali používať. Nepoužívajte kovové elektródy bez gélových podložiek, pretože následný vysoký transtorakálny odpor môže zhoršiť účinnosť defibrilácie, zväčšiť závažnosť kožných popálenín a riziko elektrického oblúka s následným požiarom alebo výbuchom.

Štandardné verzus samolepiace elektródy

Samolepiace elektródy majú praktické výhody pri monitorovaní a defibrilácii v porovnaní so štandardnými elektródami.⁷³⁻⁷⁷ Sú bezpečné, účinné a výhodnejšie ako štandardné defibrilačné elektródy.⁷² Použitie samolepiacich elektród by sa malo zvažovať v situáciách, keď hrozí zastavenie obehu a v situáciách, keď je sťažený prístup k pacientovi. Majú podobný transtorakálny odpor⁷¹ (a preto aj účinnosť)^{78,79} ako štandardné elektródy a umožňujú záchrancovi defibrilovať pacienta z bezpečnej vzdialenosti namiesto toho, aby sa skláňal nad pacienta, ako je to pri štandardných elektródach. Ak sa používajú na úvodné monitorovanie rytmu, obe - štandardné aj samolepiace elektródy, umožňujú rýchlejšiu aplikáciu prvého výboja v porovnaní so štandardnými EKG elektródami, ale samolepiace elektródy sú rýchlejšie ako štandardné.⁸⁰

Ak sa používajú gélové podložky, elektrolytový gél sa po výboji polarizuje a zhoršuje svoje vodivé schopnosti. Pri nasledujúcom monitorovaní sa na obrazovke môže zobrazíť falošná asystólia, ktorá môže pretrvávajúť 3 - 4 minúty. Tento jav nebol zaznamenaný u samolepiacich elektród.^{74,81} Ak sa používa kombinácia gélových podložiek a štandardných elektród, potvrďte diagnózu asystólie radšej nezávislými EKG elektródami, ako štandardnými defibrilačnými elektródami.

Analýza fibrilačnej krivky

Úspešnosť defibrilácie je s rôznou presnosťou predvídateľná na základe parametrov fibrilačných vln.⁸²⁻¹⁰¹ Ak by bolo možné v prospektívnej štúdií nájsť optimálny tvar defibrilačných vln a optimálny čas aplikácie výboja, bolo by možné predísť aplikácii neúspešného výboja s vysokou energiou a tak minimalizovať poškodenie myokardu. Takáto technológia sa aktívne vyvíja, ale nedostatočná špecifita a senzitivita týchto postupov zatiaľ nedovoľujú zaviesť analýzu fibrilačných vln do klinickej praxe.

KPR verzus defibrilácia ako úvodná liečba

Viacero štúdií sledovalo, či je vhodné vykonávať KPR po určitý čas pred defibriláciou, hlavne u pacientov s kolapsom bez svedkov a s prolongovaným kolapsom bez resuscitácie. Existujúce dôkazy viedli v roku 2005 k odporúčaniam, aby personál ZZS vykonával KPR počas dvoch minút pred defibriláciou u pacientov, u ktorých od kolapsu uplynulo viac ako 5 minút.^{102,103} Vychádzalo sa z klinických štúdií, ktoré preukázali, že ak čas odozvy ZZS prekročil 4 - 5 minút, vykonávanie KPR v trvaní 1,5 - 3 minúty pred defibriláciou zvýšilo, v porovnaní s okamžitou defibriláciou, podiel pacientov s obnovením spontánneho obehu, prepustením z nemocnice^{102,103} a 1- ročným prežívaním¹⁰³ u dospelých s KF a bezpulzovou KT. V niektorých štúdiách na zvieratách, kde KF trvala najmenej 5 minút, KPR pred defibriláciou zlepšovala hemodynamiku a prežívanie.¹⁰³⁻¹⁰⁶ Nedávna štúdia na prasacom modeli zastavenia obehu v dôsledku ischemie ale zistila zhoršené prežívanie, ak pred výbojom bola vykonávaná KPR.¹⁰⁷

V dvoch randomizovaných kontrolovaných štúdiách nevedla 1,5 - 3 minútová KPR záchranármi pred defibriláciou k zlepšeniu OSO alebo prežívania do prepustenia z nemocnice u pacientov s KF/KT mimo nemocnice, bez závislosti od času dojazdu ZZS.^{108,109} Ani štyri iné štúdie nedokázali významné zlepšenie OSO, alebo prežívanie do prepustenia z nemocnice, pri úvodnom vykonávaní KPR,^{102,103,110,111} hoci jedna štúdia ukázala vyšší výskyt lepšieho výsledného neurologického stavu po 30 dňoch a po jednom roku po zastavení obehu.¹¹⁰

Trvanie kolapsu často nie je možné presne odhadnúť a sú dôkazy, že vykonávanie stláčania hrudníka počas prípravy a nabíjania defibrilátora zlepšuje pravdepodobnosť prežitia.¹¹² Z týchto dôvodov by mali záchranári ZZS pri každom zastavení obehu bez svedkov vykonávať kvalitnú

KPR dovtedy, kým nie je prinesený, pripojený a nabitý defibrilátor, ale rutinné vykonávanie KPR (napr. 2 alebo 3 minúty) pred analýzou rytmu a aplikáciou výboja už nie je viac odporúčané. Niektoré ZZS ale majú vo svojich algoritmoch pevne zakotvené povinné vykonávanie KPR pred defibriláciou. Keďže nie je dostatok presvedčivých údajov na podporu alebo odmietnutie tejto stratégie, môžu vedúci pracovníci rozhodnúť o pokračovaní v tejto praxi.

V nemocničnom prostredí, na miestach kde je dostupný AED, vrátane prítomnosti laických záchrancov, alebo ak sú zdravotnícki záchranári svedkami príhody, defibrilácia by mala byť vykonávaná hneď ako je dostupný defibrilátor. V stláčaní hrudníka treba pokračovať až do okamihu samotnej defibrilácie (pozri sekcia 4).¹¹³

Význam včasného neprerušovaného stláčania hrudníka je zdôrazňovaný v celých odporúčaniach. V praxi je často ťažko určiť presný čas trvania kolapsu, ale v každom prípade sa s KPR má začať tak rýchlo, ako je to možné. Záchranca stláčajúci hrudník smie prerušiť stláčanie len počas podávania dvoch záchranných vdychov, analýzy rytmu a aplikácie výboja; po podaní výboja má okamžite pokračovať v stláčaní hrudníka. Ak sú prítomní dvaja záchrancovia, záchranca obsluhujúci AED by mal nalepiť elektródy počas vykonávania KPR. Vykonávanie KPR sa smie prerušiť iba na čas potrebný na analýzu rytmu a aplikáciu výboja. Záchranár obsluhujúci AED musí byť pripravený aplikovať výboj okamžite po analýze rytmu a odporúčaní výboja; pred podaním výboja ešte krátko skontroluje, že žiadny záchranca sa nedotýka pacienta.

Vykonanie defibrilácie

Jeden výboj verzus tri za sebou idúce výboje

Veľkou zmenou v odporúčaniach z roku 2005 bolo odporúčanie aplikovať jeden výboj namiesto série troch výbojov. Toto odporúčanie vychádza zo štúdií na zvieratách, ktoré ukázali, že aj relatívne krátke prerušenie stláčania hrudníka na vykonanie záchranných vdychov,^{114,115} alebo na analýzu rytmu,³³ bolo spojené s poriesuscitačnou dysfunkciou myokardu a zníženým prežívaním. Prerušenie stláčania hrudníka tiež znižovalo šance na konverziu KF na iný rytmus.³² Analýza vykonávania KPR počas zastavenia obehu v nemocnici³⁵ a mimo nemocnice^{134,116} tiež ukázala, že výrazné prerušenie bolo bežné, takže celkový čas stláčania hrudníka sa podieľal iba 51 - 76 %^{34,35} na celkovom čase KPR.

Ak berieme do úvahy, že účinnosť prvého výboja s bifázickou krivkou spravidla presahuje 90 %, ¹¹⁷⁻¹²⁰ potom zlyhanie kardioverzie KF svedčí skôr o tom, že je pravdepodobne viac potrebná ďalšia KPR ako ďalší výboj. Ak aj po defibrilácii dôjde k obnoveniu perfúzneho rytmu, iba výnimočne sa pulz dá nahmatať okamžite po výboji a zdržanie navodené snahou o palpáciu ďalej zhorší stav myokardu, ak k obnoveniu perfúzneho rytmu nedôjde.⁴⁰

Následné štúdie ukázali výrazne kratší čas bez stláčania hrudníka pri protokole s jedným výbojom,¹²¹ a niektoré,^{41,122,123} hoci nie všetky,^{121,124} naznačovali výrazné zlepšenie prežívania pri použití stratégie jedného výboja. Avšak všetky tieto štúdie, okrem jednej,¹²⁴ porovnávali stav pred a po uvedení viacerých zmien v protokole, takže iba ťažko je možné prisúdiť zlepšenie prežívania jednej z týchto zmien.

Ak je defibrilácia indikovaná, aplikujte jeden výboj a okamžite obnovte stláčanie hrudníka. Neodkladajte KPR kvôli analýze rytmu alebo kontrole pulzu hneď po výboji. Pokračujte v KPR (30 stlačení : 2 vdychy) počas 2 minút; až potom vykonajte kontrolu rytmu a aplikujte ďalší výboj, ak je indikovaný (pozri sekcia 4, RNR).¹¹³ Táto stratégia jedného výboja je použiteľná pre monofázické aj bifázické defibrilátory.

Ak sa KF/KT vyskytne počas katetrizácie srdca, alebo vo včasnom pooperačnom období po operácii srdca (keď by stláčanie hrudníka mohlo narušiť cievne stehy), zvažujte aplikáciu série troch výbojov pred začatím stláčania hrudníka (pozri sekcia 8).¹²⁵ Túto stratégiu troch výbojov možno tiež zvažovať v úvode svedkami spozorovaného zastavenia obehu pri KF/KT, ak je už pacient pripojený k manuálnemu defibrilátoru. Hoci údaje, ktoré by podporovali stratégiu troch výbojov v niektorom z týchto prípadov nie sú k dispozícii, je nepravdepodobné, že by stláčanie hrudníka medzi jednotlivými výbojmi zlepšilo už aj tak veľmi vysokú šancu na návrat spontánneho obehu, ak k defibrilácii dôjde vo včasnej fáze vzniku KF.

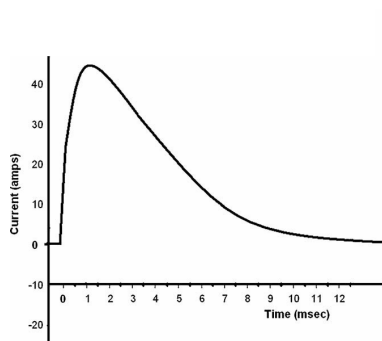
Krivky

Historicky predstavovali defibrilátory s monofázickou krivkou štandardné prístroje do 90-tych rokov minulého storočia. Monofázické defibrilátory dodávajú jednosmerný prúd (t.j. jeden smer toku prúdu) (obr. 3.1). Monofázické defibrilátory boli náchylné na zmenu tvaru krivky v závislosti od transtorakálneho odporu. U malých pacientov s minimálnym transtorakálnym odporom bol prúd prechádzajúci myokardom omnoho vyšší ako u väčších pacientov, kde bol nielen menší prúd, ale aj krivka bola predĺžená do takej miery, že účinnosť výboja bola znížená.

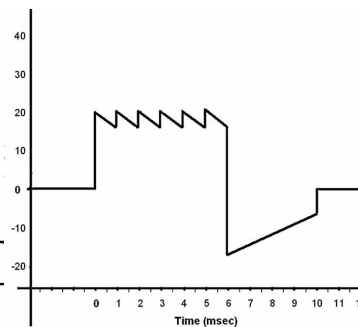
Monofázické defibrilátory sa už viac nevyrábajú a hoci mnoho z nich sa ešte bude používať niekoľko rokov, nahrádzajú ich bifázické defibrilátory. Bifázické defibrilátory dodávajú prúd, ktorý prúdi určitý čas kladným smerom, potom sa otočí a počas zostávajúcich milisekúnd elektrického výboja prúdi záporným smerom. Existujú dva hlavné druhy bifázickej krivky: bifázická zrezaná exponenciálna krivka (BTE) (obr. 3.2) a priamočiara bifázická krivka (RLB) (obr. 3.3). Bifázické defibrilátory kompenzujú v širokom rozsahu transtorakálny odpor elektronickým nastavením veľkosti a trvania krivky, čo zaručuje aplikáciu optimálneho prúdu do myokardu, bez ohľadu na veľkosť pacienta.

Nedávno bola popísaná pulzujúca bifázická krivka, v ktorej prúd rýchlo kmitá medzi izoelektrickou čiarou a pozitívnou hodnotou predtým, ako sa zmení na negatívny tvar. Táto krivka je už v klinickom použití. Môže mať podobnú účinnosť ako iné bifázické krivky, ale zatiaľ nebola vykonaná klinická štúdia s touto krivkou so zariadením kompenzujúcim odpor.^{126,127} Existuje ešte niekoľko iných bifázických kriviek, ale niet klinických dôkazov, že by niektorá z nich bola výhodnejšia ako ostatné.

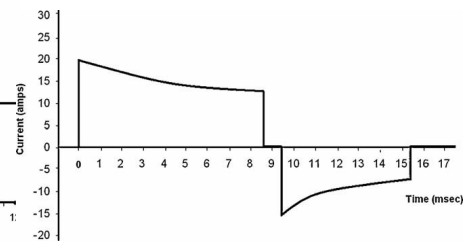
Všetky manuálne defibrilátory a AED prístroje, ktoré umožňujú manuálne zníženie hodnôt energie, by mali mať uvedené, aký typ krivky podávajú (monofázický alebo bifázický) a odporúčané hodnoty energie pre defibriláciu KF/KT.



Obrázok 3.1
Monofázická
tlmená sinusoidná krivka



Obrázok 3.2 Priamočiara
bifázická krivka



Obrázok 3.3 Bifázická zrezaná
exponenciálna krivka

Monofázická versus bifázická defibrilácia

Bifázické krivky sú účinnejšie pri ukončovaní komorových arytmií pri nižšej energii výboja. V porovnaní s monofázickým výbojom dosahujú vyššiu účinnosť prvého výboja a majú lepšiu účinnosť prvého výboja aj pri konverzii dlhotrvajúcej KF/KT.¹²⁸⁻¹³⁰ Žiadna randomizovaná štúdia ale nepreukázala lepší výsledok čo do neurologického stavu pri prepustení z nemocnice. Iba niektoré,^{119,128-133} nie však všetky¹³⁴ štúdie naznačili, že bifázická krivka zlepšuje krátkodobý výsledok pri ukončovaní KF v porovnaní s monofázickou defibriláciou.

Bifázický výboj je lepší ako monofázický pri plánovanej kardioverzii pri predsieňovej fibrilácii, s lepším celkovým výsledkom pri použití nižšej kumulatívnej energie a s menším rozsahom povrchových popálenín.¹³⁵⁻¹³⁸ Preto je pri plánovanej kardioverzii bifázický výboj metódou voľby.^{119,128-133}

Multifázická verus bifázická defibrilácia

Celý rad multifázických kriviek bol študovaný na zvieratách (napr. trifázická, kvadrifázická, multifázická). Údaje z týchto štúdií naznačujú, že multifázické krivky umožňujú defibrilovať pri nižšej hodnote energie a vedú k menšej dysfunkcii myokardu po výboji.¹³⁹⁻¹⁴¹ Hodnotenie týchto výsledkov je limitované štúdiami s krátko trvajúcou KF (približne 30 sekúnd) a nedostatkom štúdií potvrdzujúcich tieto výsledky u ľudí. V súčasnosti nie sú k dispozícii žiadne štúdie na ľuďoch, ktoré by porovnávali multifázické krivky s bifázickými krivkami a žiadny v súčasnosti dostupný defibrilátor nepoužíva multifázické krivky.

Energie výbojov

Defibrilácia vyžaduje dodanie dostatočného množstva elektrickej energie na defibrilovanie kritickej masy svaloviny myokardu, oslabenie čelových častí vln KF a umožnenie obnovenia spontánnej synchronizovanej elektrickej aktivity vo forme organizovaného rytmu. Optimálna energia na defibriláciu je taká, ktorá dosiahne defibriláciu pri minimálnom poškodení myokardu.¹⁴² Výber správnej hodnoty energie znižuje potrebu opakovaných výbojov, čo následne znižuje aj poškodenie myokardu.¹⁴³

Optimálna hodnota energie pre monofázickú i bifázickú krivku nie je známa. Odporúčania pre hodnotu energie sú založené na dohode po podrobnom zhodnotení súčasnej literatúry. Pri voľbe energie pre defibriláciu treba vziať do úvahy, že pre úspech defibrilácie je rozhodujúci prúd prechádzajúci myokardom. Tento prúd dobre koreluje s úspešnou defibriláciou/kardioverzou.¹⁴⁴ Optimálny prúd pre defibriláciu pri použití monofázickej krivky je v rozmedzí 30 - 40 A. Nepriame dôkazy z meraní počas kardioverzie predsieňovej fibrilácie naznačujú, že pri použití bifázickej krivky sa prúd počas defibrilácie pohybuje v rozmedzí 15 - 20 A.¹³⁷ Budúce technológie by mali defibrilátorom umožniť konať v závislosti od transtorakálneho prúdu; táto stratégia môže viesť k väčšej úspešnosti výboja. Na stanovenie optimálnych hodnôt treba študovať vrchol amplitúdy prúdu, priemerný prúd a trvanie fázy výboja a výrobcovia sú vyzývaní, aby sa zaoberali týmto posunom od defibrilácie založenej na energii k defibrilácii založenej na prúde.

Prvý výboj

Monofázické defibrilátory

Od vydania odporúčaní 2005 neboli publikované žiadne nové štúdie zamerané na hľadanie optimálnej hodnoty energie pre monofázickú krivku. Účinnosť prvého výboja pri dlhotrvajúcom zastavení obehu s použitím monofázickej defibrilácie bola uvádzaná v rozmedzí 54 - 63 % pre monofázickú s exponenciálnym skrátaným tvarom krivky (MTE) s energiou 200 J^{129,145} a 77 - 91 % pri použití monofázickej tlmenej sinusoidnej krivky (MDS) s energiou 200 J.^{128-130,145} Vzhľadom na nízku účinnosť tejto krivky je odporúčaná energia prvého výboja pri použití monofázického defibrilátora 360 J. Hoci pri vyšších hodnotách energie je vyššie riziko poškodenia myokardu, prínos včasnej konverzie na perfúzny rytmus je prvoradý. Pri vyšších hodnotách monofázickej energie sa častejšie pozoruje A-V blok, ale tento je vo väčšine prípadov prechodný a nebolo zistené, že by ovplyvňoval prežívanie do prepustenia z nemocnice.¹⁴⁶ Iba jedna z 27 štúdií na zvieratách dokázala poškodenie spôsobené defibriláciou s použitím výbojov s vysokou hodnotou energie.¹⁴⁷

Bifázické defibrilátory

Za posledných 5 rokov bolo publikovaných relatívne málo štúdií, na základe ktorých by sa mohli zvažovať nové odporúčania. Nie sú dôkazy, že niektorá bifázická krivka alebo prístroj je účinnejší ako ostatné. Štúdie uvádzajú účinnosť prvého bifázického výboja s exponenciálnym skrátaným tvarom krivky (BTE) (obr. 3.2) a energiou 150 - 200 J medzi 86 - 98 %.^{128,129,145,148,149} Účinnosť prvého výboja s priamočiарou bifázickou krivkou (RLB) a energiou 120 J je nad 85 % (nepublikované údaje).¹³⁰ Účinnosť prvého výboja novej pulzujúcej bifázickej krivky pri 130 J bola 90 %.¹²⁶ Dve štúdie naznačujú rovnakú účinnosť pri nižšej a vyššej úvodnej energii bifázickej defibrilácie.^{150,151} Hoci štúdie na ľuďoch nedokázali poškodenie myokardu (zvýšené biomarkery,

EKG zmeny, ejekčná frakcia) pri žiadnej bifázickej krivke do 360 J,^{150,152} niekoľko štúdií na zvieratách poukázalo na potenciálne riziko poškodenia pri vyšších hodnotách energie.¹⁵³⁻¹⁵⁶

Úvodný bifázický výboj by nemal mať nižšiu energiu ako 120 J pre priamočiary a 150 J pre exponenciálny skrátený tvar krivky. V ideálnom prípade by mala byť energia úvodného bifázického výboja najmenej 150 J pre všetky krivky.

Výrobcovia by mali zobrazit' rozsah efektívnej hodnoty pre krivku na prednej stene bifázického defibrilátora; staršie monofázické defibrilátory by mali byť tiež jasne označené rozpätím odporúčaných hodnôt. Ak záchranca nepozná odporúčané hodnoty energie pre daný defibrilátor, mal by použiť najvyššie hodnoty pre všetky výboje.

Druhý a nasledujúce výboje

Pokyny z roku 2005 odporúčali pre defibriláciu stratégiu s fixnou alebo stupňujúcou sa energiou. Následne niekoľko štúdií dokázalo, že hoci stratégia so stupňujúcou sa energiou znižuje počet výbojov potrebných k nastoleniu organizovaného rytmu v porovnaní s bifázickou defibriláciou s fixnou energiou a stratégia so stupňujúcou sa energiou môže byť potrebná pre úspešnú defibriláciu,^{157,158} pri oboch postupoch bol rovnaký podiel pacientov s OSO alebo prežívaním do prepustenia z nemocnice.^{150,151} Naopak, protokol s fixnou energiou dokázal vyšší výskyt kardioverzie (> 90 %) pri použití protokolu s tromi fixnými výbojmi, ale pre malý počet prípadov nemožno vylúčiť ani nižší podiel OSO pri opakujúcej sa KF.¹⁵⁹ Niekoľko nemocničných štúdií s použitím stratégie so stupňujúcou sa energiou dokázalo vyššiu úspešnosť kardioverzie (v porovnaní s protokolom s fixnou energiou) u rytmov bez zastavenia obehu s tou istou hodnotou energie pre bifázické aj monofázické krivky.^{135,137,160-163}

Monofázické defibrilátory

Ak úvodný výboj s energiou 360 J nebol úspešný, druhý a ďalšie výboje by mali mať energiu 360 J.

Bifázické defibrilátory

Nie sú dôkazy podporujúce protokol s fixnou alebo stupňujúcou sa energiou. Obidve stratégie sú prijateľné, hoci ak prvý výboj nie je úspešný a defibrilátor je schopný výboja vyššej energie, je rozumné zvýšiť energiu ďalších výbojov.

Opakujúca sa komorová fibrilácia

Ak sa defibrilovateľný rytmus opakuje po úspešnej defibrilácii s obnovením spontánneho obehu, aplikujte nasledujúci výboj s rovnakou energiou, aká bola účinná pri predošlom výboji.

Ďalšie otázky týkajúce sa defibrilácie

Defibrilácia u detí

U detí je zastavenie obehu menej časté. Zvyčajnou príčinou KF u detí je trauma, vrodené ochorenia srdca, dlhý QT interval, predávkovanie liekmi a hypotermia.¹⁶⁴⁻¹⁶⁶ Fibrilácia komôr je relatívne zriedkavá v porovnaní so zastavením obehu u dospelých; vyskytuje sa u 15 % zastavení u detí a adolescentov.^{166,171} Včasná defibrilácia týchto pacientov môže zlepšiť výsledok liečby.^{171,172}

Optimálna hodnota energie, krivka a následnosť výbojov nie je známa, ale podobne ako u dospelých, bifázické výboje sú prinajmenšom rovnako účinné a menej nebezpečné ako monofázické výboje.¹⁷³⁻¹⁷⁵ Horný limit pre bezpečnú defibriláciu nie je známy, ale dávky presahujúce predtým odporúčané maximum 4 J/ kg (až do 9 J/ kg) defibrilovali deti účinne, bez významných nežiaducich účinkov.^{38,176,177}

Odporúčané hodnoty energie pre manuálnu monofázickú defibriláciu sú 4 J/kg pre úvodný a následné výboje. Rovnaké hodnoty energie sú odporúčané aj pre manuálnu bifázickú defibriláciu.¹⁷⁸ Podobne ako u dospelých, ak sa defibrilovateľný rytmus opakuje, použite energiu, ktorá bola naposledy účinná. Na defibriláciu detí nad 8 rokov veku sa používajú štandardné AED s elektródami pre dospelých a štandardným nastavením energie.

Na defibriláciu detí medzi 1. a 8. rokom veku sú odporúčané špeciálne pediatrické elektródy so softvérom na zníženie energie; tento znižuje podávanú energiu na úroveň, ktorá je odporúčaná pre manuálne defibrilátory. Ak tieto elektródy nie sú dostupné, treba použiť AED s elektródami pre dospelých. Na defibriláciu detí do veku jedného roka AED nie sú odporúčané, hoci je niekoľko kazuistík, ktoré popisujú použitie AED aj u detí do jedného roka.^{179,180} Výskyt defibrilovateľného rytmu u dojčiat je veľmi nízky, pokiaľ nemajú ochorenie srdca;^{167,181,182} v týchto zriedkavých prípadoch, ak AED je jediný dostupný defibrilátor, treba zvažovať jeho použitie (dajte prednosť zníženiu energie výboja).

Kardioverzia

Ak sa elektrická kardioverzia používa na konverziu predsieňových a komorových tachyarytmií, výboj musí byť synchronizovaný s výskytom vlny R a nie vlny T elektrokardiogramu; ak je výboj aplikovaný počas relatívnej refraktérnej fázy srdcového cyklu, môže dôjsť k spusteniu KF.¹⁸³ Pri KT môže byť synchronizácia obtiažna pre široké komplexy a rôzne formy komorovej arytmie. Sledujte pozorne znak synchronizácie, či dôsledne rozpoznáva vlnu R. Ak je to potrebné, zvoľte iný zvod a/alebo zmeňte amplitúdu. Ak synchronizácia zlyhá, aplikujte nestabilným pacientom s KT nesynchronizovaný výboj, aby sa zabránilo nadmernému zdržaniu obnovenia sinusového rytmu. Komorová fibrilácia a bezpulzová KT vyžadujú nesynchronizované výboje. Pacienti pri vedomí musia byť pri vykonaní synchronizovanej kardioverzie v anestézii alebo v sedácii.

Predsieňová fibrilácia

Optimálna poloha elektród bola diskutovaná vyššie, ale akceptované sú predobočná a predozadná poloha. Pri kardioverzii PF sú bifázické krivky účinnejšie ako monofázické¹³⁵⁻¹³⁸ a spôsobujú menej závažné kožné popáleniny.¹⁸⁴ Ak je dostupný bifázický defibrilátor, mal by mať prednosť pred monofázickým defibrilátorom. Neboli zistené rozdiely pri použití rôznych bifázických kriviek.

Monofázické krivky

Štúdia s elektrickou kardioverziou pri fibrilácii predsiení ukázala, že výboj s monofázickou skrátanou exponenciálnou krivkou s energiou 360 J bol účinnejší ako výboj s energiou 100 alebo 200 J.¹⁸⁵ Hoci prvý výboj s energiou 360 J zníži pri kardioverzii celkovú dodanú energiu,¹⁸⁵ je potrebné brať do úvahy, že 360 J môže spôsobiť väčšie poškodenie myokardu a kožné popáleniny, ako je tomu pri monofázických výbojoch s nižšou energiou. Začnite synchronizovanú kardioverziu fibrilácie predsiení s použitím úvodnej energie 200 J a postupne ju podľa potreby zvyšujte.

Bifázické krivky

Potrebujeme viac údajov, aby sme mohli vytvoriť špecifické odporúčania pre optimálne hodnoty energie pri bifázickej defibrilácii. Aplikácia vyšších hodnôt energie nevedie k úspešnejšej kardioverzii v porovnaní s nižšími hodnotami energie.^{135,186-191} Na základe súčasných poznatkov je možné odporúčať stratégiu s úvodným synchronizovaným výbojom 120 - 150 J a so zvyšovaním energie podľa potreby.

Flutter predsiení a paroxysmálna predsieňová tachykardia

Flutter predsiení a paroxysmálna predsieňová tachykardia zvyčajne vyžadujú na kardioverziu nižšiu energiu ako fibrilácia predsiení.¹⁹⁰ Aplikujte úvodný výboj 100 J monofázický alebo 70 - 120 J bifázický. Nasledujúce výboje aplikujte podľa protokolu so stúpajúcou energiou.¹⁴⁴

Komorová tachykardia

Energia potrebná na kardioverziu KT závisí od tvaru a frekvencie arytmie.¹⁹² Komorová tachykardia so zachovaným pulzom dobre reaguje na kardioverziu s použitím monofázickej krivky a energie 200 J. Pri použití bifázického výboja použite pre úvodný výboj energiu 120 - 150 J. Ak prvý výboj nespôsobí konverziu na sinusový rytmus, zväzte postupné zvyšovanie energie.¹⁹²

Kardiostimulácia

U pacientov so symptomatickou bradykardiou refraktérnou na anticholinergné lieky alebo inú liečbu druhej línie zvážte kardiostimuláciu (pozri sekcia 4).¹¹³ Neodkladná kardiostimulácia je indikovaná najmä vtedy, ak je blok lokalizovaný v alebo pod úrovňou His-Purkyňovho zväzku. Ak je transtorakálna kardiostimulácia neúčinná, zvážte transvenóznú kardiostimuláciu. Vždy, keď je stanovená diagnóza asystólie, skontrolujte pozorne, či sú na EKG prítomné P vlny, pretože takýto nález bude pravdepodobne odpovedať na kardiostimuláciu. Použitie epikardiálnych elektród na stimuláciu myokardu po kardiochirurgickom zákroku je účinné a je diskutované na inom mieste. Nepokúšajte sa o kardiostimuláciu, ak nie sú prítomné P vlny, pretože tento postup nezvyšuje krátkodobé ani dlhodobé prežívanie do prijatia alebo prepustenia z nemocnice.¹⁹³⁻²⁰¹

U hemodynamicky nestabilných pacientov s bradyarytmiami a zachovaným vedomím možno skúsiť stimuláciu údermi ako premostňujúce obdobie do elektrickej stimulácie, hoci jej účinnosť nebola stanovená.

Implantovateľné kardiovertery defibrilátory

Stále častejšie sa v praxi možno stretnúť s pacientmi s implantovateľnými kardiovertermi defibrilátormi (ICD), zvlášť u starších osôb. Sú implantované pacientom, ktorí sú považovaní za rizikových, alebo už prekonalí život ohrozujúcu defibrilovateľnú arytmiu. Prístroj je zvyčajne uložený pod prsný sval pod ľavou kľúčnou kosťou (v podobnej polohe ako kardiostimulátor, od ktorého ho nemožno okamžite odlíšiť). Pri zaznamenaní defibrilovateľného rytmu ICD podá výboj s energiou približne 40 J cez vnútornú stimulačnú elektródu uloženú v pravej komore. Po zistení KF/KT, ICD zariadenia aplikujú výboj najviac 8 krát, ale pri opakovanom výskyte KF/KT sa môžu znovu resetovať. U pacientov s poškodenými elektródami ICD môže dôjsť k opakovaným vnútorným defibriláciám, pretože elektrické rušenie je mylne považované za defibrilovateľný rytmus; za týchto okolností je pravdepodobné, že pacient bude pri vedomí, s EKG ukazujúcim relatívne normálnu frekvenciu. Magnet umiestnený nad ICD deaktivuje za týchto okolností jeho defibrilačnú funkciu. Výboj ICD môže spôsobiť kontrakciu prsného svalu pacienta a bol už zaznamenaný zásah záchrancu výbojom.²⁰² Pri takýchto nízkych hodnotách energie podávaných ICD je poškodenie záchrancu málo pravdepodobné, ale napriek tomu sa odporúča minimalizovať kontakt použitím rukavíc a vyhýbať sa kontaktu s pacientom počas výboja. Po použití externej defibrilácie by mala byť vždy prehodnotená funkcia kardioverzie a stimulácie ICD; skontrolovaná by mala byť samotná funkcia prístroja, ako aj stimulačno/defibrilačný prah elektród prístroja.

Stimulačné impulzy produkované zariadením naprogramovaným na unipolárnu stimuláciu môžu viesť do omylu softvér AED a pracovníkov záchranej zdravotnej služby a zabrániť zisteniu KF.²⁰³ Diagnostický algoritmus moderných AED prístrojov tieto impulzy ignoruje.

Literatúra - v samostatnej prílohe

© Európska resuscitačná rada (ERC) 2010. Všetky práva vyhradené. Žiadna časť tejto publikácie nesmie byť reprodukováaná, uložená do vyhľadávacieho systému alebo prenášaná v žiadnej forme a žiadnym spôsobom, elektronicky, mechanicky, fotokópiou, nahrávkou alebo inak, bez predchádzajúceho písomného súhlasu ERC.

Vyhlásenie: Autori a vydavateľ nenesú žiadnu zodpovednosť za zranenie a/lebo poškodenie osôb alebo majetku v súvislosti so zodpovednosťou za výrobok, nedbanlivosťou alebo inak, alebo použitím alebo vykonaním nejakej metódy, výrobku, návodu alebo myšlienky obsiahnutej v tomto materiáli.

Táto publikácia je prekladom originálnych odporúčaní ERC. Na preklade sa zúčastnili ďalej uvedené osoby, ktoré sú plne zodpovední za jeho obsah.

V prípade nejasností v súvislosti s presnosťou informácií obsiahnutých v preklade, použite anglickú verziu odporúčaní ERC, ktorá je oficiálnou verziou dokumentu. Prípadný nesúlad alebo nepresnosť, ktoré vznikli prekladom, nie sú viazané na ERC a nezakladajú právny dôvod na trestné konanie.

Editor prekladu: MUDr. Štefan Trenkler, PhD.
Prekladateľ: MUDr. Richard Koyš
Korektúra: MUDr. Monika Grochová, PhD.
Posúdil: doc. MUDr. Jozef Firment, PhD.

Košice 30.7. 2011