

Kontroverzní úloha umělého dýchání při základní neodkladné resuscitaci – nová doporučení 2008

Anatolij Truhlář^{1, 2}, Vladimír Černý¹

¹Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, UK v Praze, LF a FN Hradec Králové

²Zdravotnická záchranná služba Královéhradeckého kraje, Hradec Králové

Autoři ve svém sdělení předkládají přehled současné literatury k problematice základní neodkladné resuscitace bez umělého dýchání (hands-only resuscitation), která znamená zásadní změnu v přístupu veřejnosti k postiženým s náhlou zástavou oběhu. V textu jsou analyzovány historické důvody začlenění dýchání z úst do úst v algoritmu základní neodkladné resuscitace, jeho nežádoucí účinky a současná úloha s ohledem na patofyziologii nejčastějšího typu srdeční zástavy v dospělosti. Jsou shrnuty výsledky dosud publikovaných experimentálních a klinických studií, které neprokázaly žádný přínos dýchání z úst do úst při základní neodkladné resuscitaci dospělého pacienta se vznikem náhlé zástavy oběhu kardiální etiologie v přítomnosti svědků. Na základě těchto prací byl vyvinut tlak na okamžitou změnu guidelines, který vyústil v předčasná doporučení odborných společností publikovaná v letošním roce. Při výuce první pomoci musí být zdůrazňována možnost použití samotných kontinuálních kompresí hrudníku ve všech situacích, kdy zachránce nechce nebo nemůže provádět umělé dýchání nebo v neodkladné resuscitaci není dostatečně vycvičen, neboť povědomí laiků o zásadním významu kvalitní srdeční masáže není dostatečné. Odstranění největší bariéry k okamžitému zahájení neodkladné resuscitace svědky události (Call to Action) je považováno za jedinou možnou cestu k plošnému zvýšení přežívání mimonemocniční náhlé zástavy oběhu, které dlouhodobě zůstává velmi neuspokojivé.

Klíčová slova: resuscitace, kardiopulmonální resuscitace, zástava oběhu, umělé dýchání, ventilace.

Controversial role of mouth-to-mouth ventilation in basic life support – new advisory statement 2008

Authors present a review of current literature on basic life support without mouth-to-mouth ventilation (Hands-Only CPR) which definitely changed approach of lay rescuers to victims suffering from unexpected cardiac arrest. Historical rationale of integration of mouth-to-mouth breathing into the Basic Life Support algorithm, its adverse effects and recent role in relation to pathophysiology of the most frequent type of cardiac arrest in adults are discussed. Conclusions of experimental studies and clinical trials that did not show any benefit from the addition of mouth-to-mouth breathing during resuscitation of witnessed non-respiratory cardiac arrest in adults are summarized. Based on these results, scientists made considerably efforts to change urgently the Guidelines which finally led into premature changes of recommendations published by resuscitation societies this year. Compression-only method should be strongly thought in first aid courses and preferred when bystanders are not willing or unable to give mouth-to-mouth ventilations, or if they have not been trained in cardiopulmonary resuscitation. Essential importance of high quality chest compressions must be acknowledged. Reducing barriers to immediate bystander action (Call to Action) is expected to be the only way that could improve survival rates remaining unsatisfactory for years.

Key words: resuscitation, cardiopulmonary resuscitation, cardiac arrest, mouth-to-mouth, ventilation.

Interv Akut Kardiolog 2009; 8(1): 20–27

Úvod

Mimonemocniční náhlá zástava oběhu (NZO; OHCA, out-of-hospital cardiac arrest) kardiální etiologie postihuje v Evropě 49,5–66 pacientů na 100 000 obyvatel a rok (1). Navzdory opakovaným změnám doporučených postupů (guidelines) pro neodkladnou resuscitaci (NR) zůstávají výsledky kvalitního přežití pacientů s mimonemocniční NZO na velmi nízké úrovni (New York 1,4%; Královéhradecký kraj 10,7%; Praha 13,0%; Helsinky 16,6%) (2–5). V závislosti na prvním monitorovaném rytmu je v literatuře uváděno průměrné přežití 17,7–21,2% při defibrilovatelných rytmech, zatímco při asystolii nebo bezpulzové elektrické aktivitě pouze 2–5% (6, 7). Podle některých registrů se dokonce roční přežití

nemocných po NZO v posledních letech snižuje (Švédsko 1990: 6,5%; 2001: 3,5%) (8). Tento trend je přisuzován zvyšujícímu se průměrnému věku populace a zvýšené prevalenci závažných chronických onemocnění, které dokáže dnešní medicína dobře kompenzovat a snižovat intenzitu jejich příznaků.

Řetěz přežití (Chain of Survival) shrnuje v časové ose od vzniku NZO až po specializovanou resuscitační péči v nemocnici klíčové determinanty poskytované péče ve vztahu ke klinickému výsledku (9, 10). Nejslabšími články řetězu přežití jsou postupy v iniciální fázi příhody:

1. **identifikace NZO** svědky události a okamžitá **aktivace zdravotnické záchranné služby** (ZZS) a

2. **časné zahájení základní NR** (BLS, Basic Life Support) (11, 12).

Rychlé rozpoznání symptomů NZO (nereaguje + nedýchá normálně + nejeví známky života) a okamžité přivolání odborné pomoci (tísňová linka 155, eventuálně 112) zajistí minimální prodlevu do příjezdu ZZS a zároveň umožní operátorům zdravotnického operačního střediska zahájit telefonicky asistovanou neodkladnou resuscitaci (TANR; dispatcher-assisted resuscitation; TCPR, telephone cardiopulmonary resuscitation; DLS, Dispatch Life Support).

Provádění základní NR zvyšuje pravděpodobnost přežití postiženého s NZO dvojnásobně až trojnásobně (12–16). Ve studiích, které základní

NR dále diferencovaly podle dosažené kvality a rychlosti jejího zahájení, byly zjištěné rozdíly ještě významnější (17). Při zahájení NR do 4 minut od kolapsu je pravděpodobnost přijetí pacienta do nemocnice s funkčním oběhem 3× vyšší a pravděpodobnost jeho propuštění s dobrým neurologickým výsledkem dokonce 25× vyšší než při zahájení NR později (18). Každá **minuta prodlení snižuje šanci na propuštění pacienta z nemocnice o 18 %** (při NZO na podkladě primární fibrilace komor o 7–10 %) (12, 16, 19, 20).

Soustavné hledání cesty k optimalizaci dávky kyslíku vitálně důležitým orgánům v průběhu NR při současném maximálním zjednodušení postupů pro laiky přineslo v 90. letech minulého století novou koncepci tzv. resuscitace bez ventilace. Tato metoda vychází z patofyziologie nejčastějšího typu NZO v dospělosti a zjištěné neochoty laiků provádět v reálných situacích umělé dýchání. Pro nový postup jsou v literatuře používány následující termíny: **cardiocerebral resuscitation** (CCR); **cardiac-only resuscitation**; **continuous chest compression cardiopulmonary resuscitation** (CCC-CPR); **chest-compression-only CPR** (CCO-CPR); **hand-s-only CPR** nebo **top-less CPR**.

Recentní klinické studie srovnávající účinnost klasické kardiopulmonální resuscitace s resuscitací bez dýchání neprokázaly žádný přínos umělého dýchání při NR dospělého pacienta se vznikem NZO v přítomnosti svědků. Závěry byly považovány za natolik zásadní, že odborné společnosti American Heart Association (AHA) a European Resuscitation Council (ERC) publikovaly předčasně již v letošním roce vybrané změny svých doporučení pro základní NR poskytovanou svědky NZO.

Historie kardiopulmonální resuscitace

Hledání způsobů zajištění průchodnosti dýchacích cest a pokusy o náhradu funkcí dýchacího systému mají výrazně delší historii než objevení účinných postupů k podpoře krevního oběhu. K nahrazení ventilace se zkoušely rozmanité metody, např. měchy na rozdmýchávání krbového ohně, válení oběti přes dřevěný sud, natřásání na běžícím koni apod. Až do 50. let minulého století však byly resuscitační techniky v praxi používány velmi sporadicky a zpravidla nevedly k očekávanému výsledku. Přestože byla bezpečná použitelnost vydechovaného vzduchu k umělému dýchání prokázána již v roce 1796, nadále byly k výměně dýchacích plynů preferovány komprese hrudníku ve spojení s pa-

sivními pohyby končetin (případně bez nich) a to ještě dlouho před objevením účinku srdeční masáže na krevní oběh. Tyto techniky jako první popsal Leroy d'Etiolles v roce 1827 a do praxe byly zavedeny koncem 19. století. Metody označované jako manuální (podle Schafera, podle Holgera-Nielsena apod.) byly nejpoužívanějším způsobem ventilační podpory ve Spojených státech i v Evropě. Pacient byl uložen do pronáční polohy a zachránce vyvíjel tlak na jeho zadní část hrudníku (expirium), zatímco horní končetiny byly střídavě zvedány nad podložku (inspirium). Moderní resuscitace se plně rozvinula až v šedesátých letech minulého století, ale její jednotlivé dílčí kroky byly popsány podstatně dříve (Vesalius, 1543: ventilace pozitivním přetlakem; Tossach, 1771: dýchání z úst do úst; Esmarch, 1878 a Heiberg, 1874: předsunutí dolní čelisti; Maas, 1892: komprese hrudníku). Teprve v polovině 20. století doznaly jednotlivé techniky znovuoobjevení a byl přehodnocen jejich význam (Elam, 1954: využitelnost vydechovaného vzduchu k ventilaci z úst do masky; Safar, 1958: výhody dýchání z úst do úst nad manuálními metodami ventilace; Kouwenhoven, 1960: nepřímá srdeční masáž; pozn.: v dalším textu jsou používány termíny srdeční masáž a komprese hrudníku jako synonyma, přestože má český výraz srdeční masáž širší význam a zahrnuje v sobě její frekvenci, poměr komprese–dekomprese apod.) (21–26).

V roce 1961 popsal Safar nutnost kombinovat u osob se zástavou dechu a oběhu umělé dýchání spolu s nepřímou srdeční masáží. Dýchání z úst do úst je od té doby považováno za neoddelitelnou součást základní NR (A, airway; B, breathing; C, circulation) a vzhledem k podstatě používaných postupů je pro spojení obou technik dodnes používán termín **kardiopulmonální resuscitace** (KPR; CPR, cardiopulmonary resuscitation) (21, 25, 27). Safarova sekvence A–B–C se stala neměnným dogmatem moderní resuscitace na desítky dalších let. Správnost zvoleného postupu byla potvrzena závěry mnoha odborných prací, které srovnávaly přežití laicky resuscitovaných nemocných s těmi bez poskytnuté pomoci. Závěry těchto studií vyzněly z pochopitelných důvodů ve prospěch prováděné resuscitace a byly interpertovány jako nezvratný důkaz prospěchu KPR (28). Protože všichni pacienti s NZO mají současně klinicky vyjádřené nepravidelnosti ventilace, které s různou latencí obvykle přecházejí v zástavu dechu, byl dlouho hledán způsob jak jejich dýchání „normalizovat“. Až do 90. let minulého století se **nikdo nepokusil zo-**

hlednit patofyziologickou podstatu nejčastějšího typu NZO, při které primárně nejsou funkce dýchacího systému postiženy, a nikdo z autorů se nezabýval úlohou kompresí hrudníku a umělého dýchání odděleně s ohledem na etiologii NZO.

Je umělé dýchání pro laiky nepřekonatelnou bariérou?

Navzdory dlouholeté snaze kompetentních institucí maximálně zjednodušit doporučené postupy pro laiky je v současnosti poskytována základní NR pouze u 20–30 % pacientů s mimonemocniční NZO (5, 17, 29, 30). Bez účinné laické pomoci ztrácejí veškeré „výhody“ i pacienti ve skupině se statisticky nejvyšší šancí na přežití (NZO na podkladě defibrilovatelného rytmu v přítomnosti svědků) (20).

Výzkumy prokázaly, že největší bariéru zabraňující poskytnutí účinné pomoci představuje **nutnost těsného fyzického kontaktu s postiženým při umělém dýchání**. Hygienické a etické zábrany jsou podporovány strachem z možného přenosu infekčních nemocí, obavami z možného poškození pacienta nesprávným postupem a strachem z vlastního selhání. Klasická NR je rovněž považována za složitou z hlediska zapamatování i praktického provádění (28, 31–34). V roce 1995 publikoval Locke závěry anonymního dotazníkového šetření, ve kterém zjistil, že klasickou KPR by u neznámého člověka provádělo pouze 15 % vyškolených laiků, zatímco srdeční masáž bez dýchání by zahájilo 68 % dotázaných (35). V Japonsku zopakoval podobné šetření Taniguchi v roce 2006. Celkem 4 223 respondentů (studenti střední školy, učitelé, zdravotníci záchranáři, zdravotní sestry a studenti lékařské fakulty!!!) bylo dotazováno na ochotu provádět KPR kombinací masáže s umělým dýcháním nebo jen samotnými kompresemi hrudníku v pěti různých modelových situacích (40letý neznámý muž; 30letý účastník dopravní nehody s poraněním obličeje; 6leté dítě; 70letý cizí člověk v domově důchodců; 72letá vlastní babička). Přibližně 70 % respondentů absolvovalo více než jedenkrát školení KPR. Pouze 10–30 % z nich by však v reálné situaci provádělo KPR s umělým dýcháním (největší neochota: neznámý člověk a přítomnost krve), zatímco 70–100 % z nich by zahájilo samotné komprese hrudníku ve všech uvedených případech. Za hlavní příčinu odporu zahájit klasickou KPR byly považovány nedostatečné znalosti nebo obavy z možného selhání, zatímco ve skupinách zdravotníků a mediků převažovala obava z přenosu infekčních onemocnění (36).

Obava z přenosu infekčních onemocnění při umělém dýchání není neopodstatněná, neboť v odborné literatuře byla publikována řada kazuistik, dokazujících **přenos bakteriálních nebo virových patogenů**: *Helicobacter pylori* (Lancet 1996), *Mycobacterium tuberculosis* (N Engl J Med 1965), *Meningococcus* (JAMA 1972), *Herpes simplex* (JAMA 1980), *Shigella* (JAMA 1980), *Streptococcus* (Ann Emerg Med 1991), *Salmonella* (Lancet 1990) apod. (28).

Vysoká ochota provádět KPR včetně dýchání je obecně uváděna u pacientů známých a příbuzných, kde odpadají hygienické zábrany. V reálném životě je však KPR prováděna příbuznými pouze v 11 % případů (37). Za možnou příčinu selhání je kromě extrémního psychického vypětí považována častá **regurgitace žaludečního obsahu**, která umělé dýchání komplikuje. Tonus dolního jícnového svěrače je závislý na dodávce energie a jeho otevírací tlak se v průběhu NR snižuje z fyziologické hodnoty 20–25 cm H₂O na pouhých 5,6 cm H₂O. Distenze žaludku insuflovaným vzduchem a následná vagová stimulace jsou považovány za pravděpodobnou příčinu zvracení nebo regurgitace, které jsou popisovány u 32 % pacientů s NZO (36, 38).

Při prokázání a nikdy nezpochybněném prospěchu KPR v porovnání s neposkytnutou pomocí nebyl důvod považovat klasickou metodu za nevhodnou. Velkým zklamáním bylo zjištění, že požadavek provádět **dýchání z úst do úst odrazuje velkou část svědků NZO od poskytnutí jakékoliv pomoci**. Tato averze se zásadním způsobem podílí na neuspokojivém výsledku resuscitací mimo nemocnici (3, 28, 35).

V roce 1997 přehodnotila pracovní skupina AHA (Ventilation Working Group of the Basic Life Support and Pediatric Life Support Subcommittees) postavení umělého dýchání v algoritmu základní NR a stanovila si 3 hlavní otázky pro směřování dalšího výzkumu:

1. zlepšuje umělé dýchání přežití pacientů s NZO a jejich neurologický stav?;
2. existují nežádoucí účinky umělého dýchání při základní NR?;
3. může být zahájení umělého dýchání časově oddáleno nebo zcela vyřazeno z doporučených postupů pro laiky ve vybraných klinických situacích? (28).

Výzkum resuscitace samotnými kontinuálními kompresemi hrudníku byl v té době omezen na limitovaný počet experimentálních studií na zvířatech a výsledky žádné klinické studie zatím nebyly k dispozici. Důkazy neprospěchu

umělého dýchání proto nemohly být akceptovány v doporučených postupech zveřejněných v roce 2000. Vyjádření pracovní skupiny AHA však přineslo zcela nový, kritický náhled na úlohu umělého dýchání v konkrétních situacích a stalo se impulzem pro rozvoj dalšího výzkumu v této oblasti. Zároveň bylo prvním oficiálním dokumentem, který narušil desítky let akceptované dogma, že nepřipouštělo žádné odchylky od původního Safarova schématu.

Patofyziologie náhlé zástavy oběhu

Snaha o unifikaci a maximální zjednodušení resuscitačních postupů je komplikována existencí dvou typů srdeční zástavy se zcela odlišnou patofyziologií: 1) **kardiální** a 2) **asfyktické** (děti, traumata, tonutí, intoxikace, plicní onemocnění, cévní onemocnění mozku apod.).

Pacienti s NZO kardiální etiologie, nejčastěji na podkladě primární fibrilace komor při ischemické chorobě srdeční, tvoří převážnou většinu mimonemocničních NZO (82,4 %) a zároveň skupinu s nejvyšší nadějí na přežití (1). Před vznikem bezvědomí, v prvních 5–10 sekundách fibrilace komor, zůstávají postižení při vědomí a normoventilují, případně krátce hyperventilují v důsledku závratě. V okamžiku jejich kolapsu je proto organismus optimálně saturován kyslíkem. V experimentech na zvířecích modelech nebyl prokázán významný pokles pO₂ ani SpO₂ v průběhu prvních 5 minut od vzniku fibrilace komor. Rovněž pCO₂ a pH zůstává dlouhou dobu na hodnotách před vznikem zástavy. Časné zahájení nepřerušovaných kompresí hrudníku vede k oxygenaci vitálně důležitých orgánů (mozku a myokardu) dobře saturovanou krví stagnující v cévním řečišti. Současně přispívá ke korekci pCO₂ a pH (39, 40).

Nový koncept NR zdůrazňuje, že záchraňovaným orgánem je mozek, nikoliv plic. Zahájení umělého dýchání vydechovanou, mírně hypoxickou směsí plynů (16,6–17,8 % O₂; 3,5–4,1 % CO₂) nemůže po dobu několika minut po vzniku NZO žádným způsobem zvýšit dostupnost kyslíku pro mozkovou kůru, jejíž funkční stav rozhoduje o kvalitě dalšího života. Zařazení umělých vdechů mezi komprese hrudníku způsobuje v úvodu NR pouze ztrátu času, kdy není mozková tkáň zásobována dostatečně oksyloženou krví. Mozková tkáň u člověka při vědomí spotřebuje 3,0–3,5 ml O₂/100 g/min (celkové CMRO₂ při průměrné hmotnosti mozku 1 400 g: 40 ml/min). Nároky na dodávku kyslíku mozkové tkáni jsou v podmínkách zástavy cirkulace podstatně menší, podmíněné pouze potřebou pokrýt zá-

kladní buněčný metabolismus neuronů, nikoliv jejich energeticky náročnou nervovou aktivitu. Množství mozku utilizovatelného kyslíku je v okamžiku vzniku NZO v periferní krvi řádově vyšší než jeho množství nutné k přežití mozkové kůry (39, 41).

Plic člověka zajišťují dvě hlavní, vzájemně provázané funkce: 1) **ventilační** (eliminace CO₂) a 2) **oxygenační** (difuze O₂). Skutečné požadavky na náhradu obou těchto plicních funkcí v průběhu NR dosud nebyly explicitně definovány. V porovnání s normálně fungujícím krevním oběhem dosahuje při NR minutový srdeční výdej i průtok krve plicemi velmi nízkých hodnot. S limitací průtoku v jednotlivých orgánech vzniká tkáňová ischemie, tkáň extrahuje větší množství kyslíku a akumuluje CO₂. Změny ve složení krevních plynů dlouhou dobu neodpovídají lokální situaci v periferních tkáních a možnosti jejich interpretace nejsou zcela jasné. Původní **požadavky na ventilační podporu byly u kardiální NZO neoprávněně vysoké**, neboť ventilační parametry k překlenutí kritického období do obnovení spontánního oběhu (ROSC, return of spontaneous circulation) nemusí zdaleka dosahovat pásma fyziologických hodnot (28).

Snaha o normalizaci ventilace je v postupech základní i rozšířené NR zakotvena od 60. let. Přestože Safar tehdy metodicky správně srovnával efekt dýchání z úst do úst a manuální metody ventilace, experiment uskutečnil na 25 zdravých dobrovolnících, kterým byla kontinuální aplikací sukcinylcholinjodidu farmakologicky navozena apnoe. Všichni z nich měli normálně funkční krevní oběh, v rozporu s cílovou skupinou pacientů, pro něž byla metoda později používána. „Lepší“ výsledky dýchání z úst do úst v porovnání s dosud neúčinnější manuální metodou ventilace podle Holgera-Nielsen musejí být proto interpretovány pouze jako důkaz dosažení větších dechových objemů a lepší průchodnosti dýchacích cest záklonem hlavy a předsunutím dolní čelisti (22, 23). Větší dechové objemy hypoxické a hyperkapnické směsi plynů jsou paradoxně kontraproduktivní, zatížené více nežádoucími účinky. Na rozdíl od asfyktických zástav neexistují v současnosti žádné důkazy svědčící pro potřebu normalizovat ventilaci a oxygenaci při kardiální NZO, neboť primárním problémem je nízký srdeční výdej, nikoliv respirační insuficience (28).

Z výše uvedených důvodů **není dýchání z úst do úst v úvodu NR kardiální NZO opodstatněné** a pouze oddaluje transport oxygenované krve k cílovým orgánům. Zásadní podporu kvalitní srdeční masáže vyjádřila po-

prvé ERC v guidelines 2005, které předřadily 30 kompresí hrudníku úvodním umělým vdechům (pozn.: AHA ve svých algoritmech 5 iniciálních umělých vdechů zachovala). Celosvětově akceptovaná změna poměru komprese : vdechy na 30 : 2, použitelná laiky ve všech věkových skupinách, zároveň zvýšila počet kompresí dodaných za 1 minutu (10, 12).

Nežádoucí účinky umělého dýchání

Technika dýchání z úst do úst je i pro trénované laiky obtížná a přináší s sebou rizika a nežádoucí účinky (28). Jedním z největších průkopníků nového konceptu kardiocerebrální resuscitace (CCR) je profesor Gordon M. Ewy (University of Arizona Sarver Heart Center, Tucson, USA), který na základě svých experimentálních studií prosadil již v roce 2003 zavedení zjednodušených postupů do praxe v oblasti Tucson (Arizona, USA) a 2004 v Rock & Walworth Counties (Wisconsin, USA).

Ewy považuje umělé dýchání při resuscitaci kardiální NZO za škodlivé a kontraproduktivní z následujících důvodů:

1. dýchání z úst do úst odrazuje laiky od poskytnutí jakékoliv pomoci;
2. ventilace při kardiální NZO není potřebná ani logická, protože plicní žíly, levostranné srdeční oddíly a celé arteriální řečiště obsahuje dobře okysličenou krev (dýchání pouze oddaluje komprese bez reálné možnosti zvýšení saturace hemoglobinu kyslíkem);
3. většina pacientů vykazuje spontánní dechovou aktivitu ještě několik minut po vzniku NZO (gaspung);
4. umělé dýchání při KPR prováděné jedním zachráncem způsobuje neobhájitelné přerušování kompresí (14–16 sekund/2 vdechy, což významně přesahuje pauzu 4 sekundy předpokládanou autory nového poměru 30:2) s dramatickým poklesem mozkového a koronárního perfuzního tlaku a významně snižuje počet kompresí provedených za jednu minutu;
5. umělé dýchání zvyšuje nitrohruďní tlak, snižuje žilní návrat a zhoršuje již tak kritickou perfuzi vitálně důležitými orgány vyvíjenou nepřímou srdeční masáží;
6. technika umělého dýchání je velmi obtížná a riziková (infekce, insuflace žaludku, aspirace) (41–44).

Kardiocerebrální resuscitace v experimentu

Výzkum zahájený v 90. letech 20. století na zvířecích modelech kardiální NZO prokázal,

že oproti klasické KPR může vést resuscitace kontinuálními kompresemi hrudníku k lepšímu neurologickému výsledku, pokud byla srdeční masáž zahájena v několika prvních minutách od vzniku fibrilace komor (45). Další preklinické studie dokázaly „nadbytečnost“ umělé plicní ventilace ve smyslu zajištění eliminace CO₂ a oxygenace organismu v průběhu celých 10–13 minut NR při zahájení masáže do 4–5 minut od vzniku NZO (28, 42, 46, 47). Podle Chandry je možné samotnými kompresemi dosáhnout saturace hemoglobinu kyslíkem > 90% ještě 4. minutu od vzniku fibrilace komor (48).

Změny vnitřního prostředí při provádění samotných kompresí hrudníku u prasete s indukci fibrilace komor nedosahují ani po 12 minutách experimentu hodnot neslučitelných s přežitím. Parciální tlak kyslíku a saturace hemoglobinu kyslíkem v arteriální krvi byly v desáté minutě resuscitace nižší než u zvířat s klasickou KPR (p_aO₂ 58 mm Hg; SpO₂ 71 % vs. p_aO₂ 124 mm Hg; SpO₂ 94 %), nicméně „optické“ změny v arteriálních krevních plynech nemají při stavech s extrémně nízkým srdečním výdejem velkou výpovědní hodnotu. Příčinou narůstající hypoxemie, která limituje dobu absence dýchání, je vznik pravolevých zkratů v plicní cirkulaci, narůstající nepoměr ventilace–perfuze a vznik atelektatických ložisek v neventilované plíci. Retence CO₂ však zpravidla není limitujícím faktorem, neboť jeho dostatečná eliminace probíhá i jinými mechanismy (gaspung, compression induced ventilation) (33, 49, 50).

Ewy se svými spolupracovníky z kardiocentra v Arizoně (USA) zrealizoval celkem 6 studií na 169 prasatech hodnotících neurologický výsledek resuscitací. Doba neléčené fibrilace komor byla různě dlouhá, stejně tak navazující doba simulované základní NR. Přestože jsou experimentální práce zatíženy řadou limitací (anatomické odlišnosti dýchacích cest u prasete, častější a déletrvající gasping, intaktní koronární řečiště apod.), **umělé dýchání v žádném experimentu nezlepšilo výsledky kvalitního přežití** pokusných zvířat po 24 (příp. 48) hodinách od vzniku NZO (41, 51).

Kardiocerebrální resuscitace v klinických studiích

Umělé dýchání pozitivním přetlakem (nejčastěji z úst do úst) není jediným mechanismem zajišťujícím výměnu dýchacích plynů v průběhu základní NR. Při zajištění průchodnosti dýchacích cest se na výměně dýchacích plynů spolupodílí:

- 1) terminální dechová aktivita = **gaspung respiration** a 2) změny nitrohruďního tlaku v průběhu

rytmických kompresí hrudníku = **compression-induced ventilation**.

Komprese hrudníku mají pro ventilaci pravděpodobně větší význam u pokusných zvířat než u člověka, kde se tento mechanismus uplatňuje jen částečně. Zjištěný kompresemi indukovaný dechový objem byl u 17 resuscitovaných pacientů 41,5 ml, tj. méně než průměrná velikost mrtvého prostoru (162,7 ml). Měření však probíhalo ve velmi pokročilé fázi NR (po přijetí kontinuálně resuscitovaného pacienta do nemocnice 40–50 minut po vzniku NZO). V této době je již značně snižena compliance dýchacího systému a účinek masáže v úvodních minutách NZO může být zcela odlišný (52).

Terminální dechová aktivita (lapavé dýchání, gasping) je velmi příznivým jevem, který svědčí o krátkém trvání srdeční zástavy. Gaspung je popisován u více než 55 % pacientů se vznikem NZO v přítomnosti svědků a představuje nejfyziologičtější způsob výměny plynů při NR pokud zajistíme průchodnost horních cest dýchacích záklonem hlavy a zvednutím brady (laici), příp. předsunutím dolní čelisti (zdravotníci) (53). Přestože gasping znesnadňuje rozpoznání NZO svědky události a způsobuje v identifikaci NZO potíže i zkušeným operátorům tísňové linky, jeho přítomnost predikuje lepší prognózu a v kombinaci s kompresemi hrudníku zajistí až 50 % normální minutové ventilace po dobu několika minut. Při časném zahájení kompresí může být spontánní dechová aktivita ve formě gaspingu udržována až do příjezdu profesionálního týmu a zajišťuje téměř „fyziologickou“ ventilaci s příznivými poklesy nitrohruďního tlaku a podporou žilního návratu. Vzhledem k existenci výše uvedených mechanismů výměny dýchacích plynů není věcně správné označovat resuscitaci bez dýchání z úst do úst jako resuscitaci bez ventilace (41, 42, 53).

Do současnosti byly publikovány výsledky 6 klinických studií (Bossaert, 1989 a Van Hoeyweghen, 1993; Hallstrom, 2000; Waalewijn, 2001; Nagao, 2007; Iwami, 2007; Bohm 2007), které neprokázaly **žádný přínos umělého dýchání při NR dospělého pacienta se vznikem NZO v přítomnosti svědků**. Vzhledem k povaze zkoumaného stavu, který není nikdy v mimonemocničním prostředí očekáván, jsou studie omezeny na prospektivní, observační hodnocení laických resuscitací, příp. hodnocení odezvy laiků na instrukce operátora tísňové linky při TANR.

V Belgii lékaři ZZS hodnotili rozsah laické pomoci při 3 053 mimonemocničních NZO bez ohledu na etiologii. Dlouhodobé přežití pacien-

tů léčených kvalitně prováděnými kompresemi hrudníku bez dýchání bylo srovnatelné jako při „kompletní“ KPR (15 % vs. 16 %). Bez ohledu na použitou techniku byla jakákoliv NR významně lepší než ponechání postiženého bez pomoci se 6 % přežitím ($p < 0,001$) (54, 55).

Hallstrom (Seattle, USA) publikoval v roce 2000 výsledky studie s pacienty se vznikem kardiální NZO v přítomnosti svědků. Na základě instrukcí operátora tísňové linky byly u 241 pacientů prováděny pouze komprese hrudníku, zatímco u 279 konvenční KPR s umělým dýcháním. Instruktaž před zahájením KPR s dýcháním vyžadovala o 1,4 minuty delší dobu, o kterou byly komprese zahájeny později. Pravděpodobnost propuštění z nemocnice bez následků byla překvapivě vyšší ve skupině samotných kompresí (14,6 vs. 10,4 %), ale rozdíl vzhledem k omezenému počtu pacientů nedosáhl statistické významnosti. Studie byla předčasně ukončena z důvodu obavy z forenzních důsledků možných nežádoucích účinků umělého dýchání, k němuž byli dispečerem volající nuceni. Největší limitací práce byl:

1. velký počet vyřazených pacientů ($n = 776$) z důvodu NZO nekardiální etiologie nebo chybného popisu příznaků a absenci NZO po příjezdu záchranné služby (křečové stavy, cévní mozkové příhody apod.) a
2. extrémně krátký dojezdový čas profesionálního týmu – hasičů vybavených automatickým externím defibrilátorem (4 min) (56).

Waalewijn v rámci prospektivní studie ARREST (Amsterdam Resuscitation Study), která sledovala význam prvních dvou článků řetězu přežití, zjistil u 922 pacientů s kardiální NZO shodu v přežívání postižených bez ohledu na provádění umělého dýchání (15 % bez dýchání vs. 14 % při kompletní KPR). Pacienti ponechaní bez pomoci přežili pouze v 6 % případů (37).

V březnu 2007 uveřejnil prestižní časopis The Lancet výsledky japonské prospektivní, multicentrické, observační studie SOS-KANTO, která zahrnovala 4068 pacientů s mimonemocniční kardiální NZO v letech 2002–2003. Autoři zjistili, že výsledky kvalitního přežití po 30 dnech od resuscitace samotnými kompresemi hrudníku signifikantně převýšily výsledky konvenční KPR v následujících skupinách pacientů:

1. s apnoí po příjezdu ZZS („no gasping“ s četností 90 %) (6,2 % vs. 3,1 %);
2. s defibrilovatelným rytmem po příjezdu ZZS (19,4 vs. 11,2 %) a
3. se základní NR zahájenou do 4 minut od kolapsu (10,1 vs. 5,1 %).

Souhrnné výsledky všech NZO byly ve skupině bez dýchání rovněž lepší (6 % vs. 4 %), ale rozdíl nebyl statisticky významný ($p = 0,1459$). V žádné ze sledovaných skupin nebyl prokázán přínos umělého dýchání. Hlavní limitací práce však byl velký počet vyřazených pacientů (57 %) z celkového počtu zahájených NR ($n = 9592$). Vylučovacími kritérii bylo mj. opakování zástavy v přítomnosti posádky ZZS a chronické onemocnění v terminálním stadiu. Autoři zároveň nehodnotili kvalitu prováděné laické NR a v jednotlivých centrech nebyla standardizována poresuscitační péče. Úspěšnost resuscitací byla v porovnání s Evropou velmi podprůměrná (paramedický systém) (31).

Japonští autoři (Iwami et al.) zahrnuli do své prospektivní, observační studie 4902 pacientů se spatřenou NZO v období 1998–2003 a hodnotili roční přežití bez neurologického deficitu. 783 postižených bylo resuscitováno klasicky a 544 samotnými kompresemi hrudníku. Po vyloučení velmi dlouhých resuscitací (> 15 minut) zajistila CCR roční přežití pacientům častěji než neposkytnutá pomoc (4,3 % vs. 2,5 %; OR 1,72). Při klasické KPR s dýcháním nebylo dosaženo lepších výsledků (4,1 %; OR 1,57) než bez dýchání. V případě velmi dlouhých resuscitací bylo umělé dýchání prospěšné, ale přežívání pacientů v celé této skupině již bylo velmi vzácné (2,2 %; 3 ze 139) (57).

Největší a dosud poslední zveřejněná práce pochází ze Švédska (Bohm et al.) a porovnává 1měsíční přežití pacientů v závislosti na způsobu poskytnuté pomoci v letech 1990–2005. Ze souboru byly vyloučeny NZO vzniklé v přítomnosti posádky ZZS. Z celkového počtu 11 275 pacientů bylo 73 % resuscitováno klasicky a 10 % pouze srdeční masáží. Zjištěný rozdíl v přežití nebyl statisticky významný (7,2 % vs. 6,7 %) (58).

Změny doporučení pro základní neodkladnou resuscitaci

Guidelines 2005 pro základní i rozšířenou NR změnila z historického hlediska zásadním způsobem vnímání významu nepřerušovaných kompresí hrudníku. Metodou volby při základní NR však nadále zůstal klasický způsob včetně umělého dýchání. Resuscitace bez dýchání byla doporučena pouze v případech, kdy zachránce nemůže nebo není ochoten provádět umělé dýchání (better than no CPR). Podle AHA byla doporučena i v případě TANR prováděné netrénovanými laiky (s výjimkou dospělých s pravděpodobnou asfyktickou etiologií NZO a u všech dětí) (10, 12, 59).

Po zveřejnění výsledků studie SOS-KANTO požadoval Ewy okamžitou změnu doporučených postupů pro NR dospělých osob s náhlým neočekávaným kolapsem v přítomnosti svědků, které tvoří skupinu s vysokou pravděpodobností přežití (43). ERC však na zveřejnění studie SOS-KANTO reagovala prohlášením, že mezinárodní skupina expertů tvořící guidelines 2005 přezkoumala všechny dostupné práce srovnávající konvenční NR s kontinuálními kompresemi hrudníku bez ventilace. Na základě těchto studií nepovažovala za nutné měnit svoje doporučení do plánované revize guidelines v roce 2010, neboť důkazy nepospěchu umělého dýchání nejsou dostatečné k zamítnutí klasického postupu. Největší obavy ze změny vycházely především z obtížné možnosti odlišení nekardiálních zástav (děti, trauma, tonutí, plicní onemocnění), při kterých je z patofyziologické podstaty umělé dýchání nezbytné. ERC zároveň upozornila, že změny v guidelines 2005 signifikantně zvýšily počet kompresí a nelze předpovědět výsledek publikovaných studií, pokud by v nich byl používán nový poměr 30:2 (60).

O rok později odborné společnosti AHA a ERC pod tlakem dalších vědeckých důkazů změnila svůj názor a již v roce 2008 vydaly aktualizovaná doporučení pro NR při spatřené NZO kardiální etiologie (tabulka 1 a 2). Odstranění umělého dýchání jako největší bariéry k zahájení NR svědky události je považováno za jedinou možnou cestu k plošnému zvýšení přežití NZO (**Call to Action**), neboť všechny ostatní způsoby k dosažení tohoto klinického cíle již selhaly (29, 61).

Pro všechny nekardiální zástavy oběhu s podílem dušení, dechových obtíží nebo zhoršené průchodnosti dýchacích cest (děti, tonutí, úrazy, otravy, obstrukce dýchacích cest, onemocnění plic) a pro NZO vzniklé beze svědků platí nadále doporučení provádět základní NR střídáním kompresí hrudníku a vdechů v poměru 30:2 (10, 29, 59).

Telefonicky asistovaná NR se ve vyspělých zemích stala standardní praxí zdravotnických operačních středisek. Celosvětová doporučení pro TANR byla zjednodušena na samotné komprese hrudníku s cílem zvýšit počet laicky zahájených NR a zkrátit prodlevu do zahájení NR s prokázaným vztahem ke klinickému výsledku. Rozpoznání NZO operátorem tísňové linky a následná TANR zvyšuje počet resuscitací zahájených svědky příhody přibližně o 25 %. Vzhledem k průměrnému dojezdovému času ZZS na místo události (v Evropě 7–10 minut), k němuž musíme připočítat další obtížně objektivizovatelné časové intervaly (kolaps–tísňové volání; dojezd

na místo–dosažení pacienta), nelze předpokládat zahájení rozšířené NR (ALS, Advanced Life Support) profesionálním týmem dříve než v desáté až dvanácté minutě od kolapsu. Při vzniku NZO v nepřítomnosti svědků, pozdním tísňovém volání, zhoršené dostupnosti místa apod. se doba do zahájení rozšířené NR dále prodlužuje a postižený ponechaný bez pomoci obvykle nemá žádnou naději (49, 59, 62, 63).

Jaké změny

Ize očekávat v budoucnu?

Nové doporučené postupy pro NR jsou očekávány v roce 2010. Do té doby bude nutné znovu a velmi pečlivě přehodnotit úlohu umělého dýchání při NR, aby byl vybrán optimální postup. Současný **rozpor v přístupu ERC a AHA** k umělému dýchání (tabulky 1 vs. 2) je způsoben oprávněnou obavou ERC definitivně opustit umělé dýchání při většině resuscitací mimo nemocnici.

Konzervativnější evropská doporučení zatím vycházejí z následujících faktů:

1. Všechny publikované studie byly observační a nekontrolované. Proto stále nemůžeme vyloučit možnost, že klasická KPR s dýcháním je metodou účinnější.
2. S přípravou nových guidelines 2010 probíhá podrobná analýza různých terapeutických postupů. Proto je považováno za vhodnější počkat na úplné dokončení tohoto procesu.
3. Guidelines 2005 zvýšily změnou poměru komprese: vdechy z 15:2 na 30:2 celkový počet kompresí za minutu. Žádná z prací nesrovnávala kontinuální komprese vůči nově používanému poměru 30:2.
4. Implementace nových guidelines do praxe trvá dva až tři roky. Proto je nežádoucí předčasně měnit doporučení z roku 2005, která jsou stále ještě uváděna do praxe.
5. V Evropě je ochota laiků poskytnout pomoc oproti americkému kontinentu významně vyšší (27–67%). Obavy z nechuti svědků zahájit NR proto nejsou natolik opodstatněné.
6. Existují velké pochybnosti vyplývající z neschopnosti laiků odlišit situace, kdy je umělé dýchání za všech okolností nezbytné (nekardiální NZO, déletrvající resuscitace apod.) (37, 61, 63).

Nový koncept CCR na druhou stranu významně zvyšuje kvalitu srdeční masáže prováděné laiky a usnadňuje její výuku. V simulační studii prováděli laici s odstupem 1 měsíce 2minutovou NR na modelu po úvodním 120minutovém

Tabulka 1. Doporučení AHA 2008

Svědci náhlého neočekávaného kolapsu dospělé osoby by měli okamžitě přivolat záchrannou službu a zahájit kvalitní, dostatečně rychlé a hluboké komprese hrudníku s jejich minimálním přerušováním (třída I).

Svědci NZO bez výcviku v NR by měli provádět samotné nepřerušované komprese hrudníku až do případného použití AED nebo příjezdu záchranné služby (třída IIa).

Svědci NZO spolehlivě vycvičení v provádění NR včetně umělého dýchání mohou resuscitovat střídáním kompresí hrudníku a umělých vdechů v poměru 30:2 (třída IIa) nebo provádět samotné nepřerušované komprese hrudníku (třída IIa).

Pokud si svědci NZO vycvičení v NR nejsou jisti svoji schopností provádět kvalitně konvenční NR s umělým dýcháním a minimálním přerušováním masáže, měli by provádět pouze nepřerušované komprese hrudníku (třída IIa).

Tabulka 2. Doporučení ERC 2008

Svědci NZO vycvičení v NR by měli po spatření náhlého neočekávaného kolapsu dospělé osoby ihned zahájit NR střídáním kompresí hrudníku a umělých vdechů v poměru 30:2 s minimálním přerušováním kompresí. Ostatní svědci příhody by měli současně přivolat záchrannou službu.

Laici bez výcviku v NR a všichni, kteří nechtějí nebo nemohou provádět dýchání z úst do úst, mohou použít alternativní postup: nepřerušované komprese hrudníku frekvencí 100/min.

Pro telefonicky asistovanou NR prováděnou neškolenými laiky je preferována instrukce k zahájení samotných kompresí hrudníku a pokračování v nepřerušovaných kompresích hrudníku až do příjezdu záchranné služby.

školení v srdeční masáži (resp. 180minutovém školení v klasické KPR). Při nepřerušované masáži provedli 86,1 % správných kompresí, při klasické KPR pouze 57,1 % ($p < 0,001$). V průběhu sledovaných 2 minut byl při přerušování masáže dýcháním proveden významně menší počet kompresí (78,8 vs. 140,4; $p < 0,001$) (34, 64).

Velká pozornost musí být věnována negativním účinkům samotných kompresí hrudníku, které dosud nebyly podrobně zkoumány. Excesivní atelektázy, arteriální hypoxemie a hypotenze jsou jedny z prvních komplikací CCR zjištěných v experimentálních studiích. CCR je vždy spojena s protrahovanou poruchou oxygenace v důsledku redukce ventilované plicní tkáně a zhoršené plicní perfuze při vzestupu plicní vaskulární rezistence (PVR). Hypoxie, acidóza, hyperkapnie, kolaps alveolů a hypotermie jsou jevy obvykle přítomné u nemocných po NR. Excesivní vzestup PVR na podkladě hypoxické plicní vazokonstrikce vysvětluje větší pokles systémového krevního tlaku při CCR bez dýchání (50). Hlavním cílem do budoucna bude **stanovení časového limitu**, po který si můžeme dovolit dýchání bezpečně vynechat (12–15 minut?), a kdy je již reinflace plic nezbytná pro korekci těžké hypoxemie (28).

Doporučení pro rozšířenou NR prováděnou s použitím pomůcek se zatím nezměnila a ventilační podpora bude nadále její nezbytnou součástí. Moderní koncept kardiocerebrální resuscitace zaměřený cíleně na záchranu mozku a myokardu však pozvolna proniká i do oblasti rozšířené NR. CCR v širších souvislostech zahrnuje 3 hlavní komponenty:

1. **kontinuální komprese hrudníku svědky NZO;**
2. **odlišný ALS algoritmus** pro ZZS s oddálenou endotracheální intubací (3 iniciální série 200 kompresí + analýza rytmu + výboj se zajištěním dýchacích cest vzduchovodem, oxygenoterapií obličejovou maskou, příp. podpůrnou ventilací 8 dechů/min) a
3. agresivní **neuro- a kardioprotektivní po-resuscitační péči**, včetně léčebné hypotermie a časné koronární intervence.

První dvě komponenty implementoval Kellum do praxe ve venkovské oblasti Wisconsinu (USA) v roce 2004. V podskupině nemocných se vznikem NZO v přítomnosti svědků a defibrilovatelným rytmem byl v průběhu 3 let před touto změnou dosažen uspokojivý neurologický výsledek při propuštění u 15 % pacientů. Během následujících 3 let po zavedení konceptu CCR se podařilo zvýšit kvalitní přežití na 40 %!!! Bobrow dosáhl zavedením CCR v městských částech státu Arizona (USA) zlepšení klinického výsledku NR ve stejné populaci pacientů o 300 % (4.7 vs. 17.6 %) (65, 66).

Závěr

Provádění kontinuálních kompresí hrudníku je dnes považováno za nejlepší postup základní NR ve všech případech, kdy zachránce nemůže nebo není ochoten provádět umělé dýchání a v případě telefonicky asistované NR. Vhodným postupem je také při resuscitaci kardiální NZO dospělého pacienta neškolenými laiky. Americká doporučení navíc dovolují použít zjednodušený

postup jako alternativu klasické KPR ve všech případech spatřené NZO v dospělosti (náhlý a neočekávaný kolaps).

Při výuce první pomoci musí být zdůrazňována možnost efektivního použití metody kardiocerebrální resuscitace, neboť povědomí veřejnosti o zásadním významu minimálně přerušovaných kompresí hrudníku není dostatečné. Velkou výzvou pro laickou veřejnost a operátory tísňových linek zůstane potřeba odlišit NZO kardiální etiologie od ostatních zástav, při kterých bude ventilační podpora nadále nezbytná.

Shromažďování důkazů pro uvážlivé změny doporučených postupů je pro experty v oblasti resuscitace trvalým úkolem, při němž musí čelit řadě etických a medicínských problémů. Vliv současné inovace doporučení na klinický výsledek pacientů s mimonemocniční NZO bude známý až s odstupem několika dalších let.

*Práce byla podpořena
výzkumným záměrem MZO 00179906.*

Literatura

- Nolan J. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2005. Section 1. Introduction. Resuscitation 2005; 67S1: S3–S6.
- Jacobs I, Nadkarni V, Bahr J, et al. Cardiac arrest and cardiopulmonary resuscitation outcome reports: update and simplification of the Utstein templates for resuscitation registries. A statement for healthcare professionals from a task force of the ILCOR. Resuscitation 2004; 63: 233–249.
- Lombardi G, Gallagher J, Gennis P. Outcome of out-of-hospital cardiac arrest in New York City. The pre-hospital Arrest Survival Evaluation (PHASE) Study. JAMA 1994; 271: 678–683.
- Franek O, Andriik M, Sukupova P. Dispatcher-assisted CPR improves survival from non-traumatic out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2006; 70: 307.
- Kuisma M, Maatta T. Out-of-hospital cardiac arrests in Helsinki: Utstein style reporting. Heart 1996; 76: 18–23.
- Atwood C, Eisenberg MS, Herlitz J, Rea TD. Incidence of EMS-treated out-of-hospital cardiac arrest in Europe. Resuscitation 2005; 67: 75–80.
- Rea TD, Eisenberg MS, Sinibaldi G, White RD. Incidence of EMS-treated out-of-hospital cardiac arrest in the United States. Resuscitation 2004; 63: 17–24.
- Holmberg S, Holmberg M. National register of cardiac arrest outside hospital, annual report 2002. Available online at <http://www.sos.se> (accessed Sep 28, 2007).
- Nolan J, Soar J, Eikeland H. The chain of survival. Resuscitation 2006; 71: 270–271.
- AHA. 2005 American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. Circulation 2005; 112(24 Suppl.): IV1–23.
- Parnell MM, Larsen PD. Poor quality teaching in lay person CPR courses. Resuscitation 2007; 73: 271–278.
- Handley AJ, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2005. Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators. Resuscitation 2005; 67S1: S7–S23.
- Eisenberg MS, Hallstrom A, Bergner L. Long-term survival after out-of-hospital cardiac arrest. N Engl J Med 1982; 306: 1340–1343.
- Cummins RO, Eisenberg MS. Prehospital cardiopulmonary resuscitation. Is it effective? JAMA 1985; 253: 2408–2412.
- Dowie R, Campbell H, Donohoe R, Clarke P. „Event tree” analysis of out-of-hospital cardiac arrest data: confirming the importance of bystander CPR. Resuscitation 2003; 56: 173–181.
- Larsen MP, Eisenberg MS, Cummins RO, Hallstrom AP. Predicting survival from out-of-hospital cardiac arrest: a graphic model. Ann Emerg Med 1993; 22: 1652–1658.
- Gallagher EJ, Lombardi G, Gennis P. Effectiveness of bystander cardiopulmonary resuscitation and survival following out-of-hospital cardiac arrest. JAMA 1995; 274: 1922–1925.
- Weston CF, Wilson RJ, Jones SD. Predicting survival from out-of-hospital cardiac arrest: a multivariate analysis. Resuscitation 1997; 34: 27–34.
- Wilcox-Gok VL. Survival from out-of-hospital cardiac arrest. A multivariate analysis. Med Care 1991; 29: 104–114.
- Nolan JP, Hazinski MF, Steen PA, Becker LB. Controversial Topics from the 2005 International Consensus Conference on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. Resuscitation 2005; 67: 175–179.
- Safar P. Cardiopulmonary cerebral resuscitation. Stavanger: Asmund S. Laerdal, 1981: 10–11.
- Safar P, Escaraga LA, Elam JO. A comparison of the mouth-to-mouth and mouth-to-airway methods of artificial respiration with the chest-pressure arm-lift methods. New Engl J Med 1958; 258: 671–677.
- Safar P. Ventilatory efficacy of mouth-to-mouth artificial respiration: Airway obstruction during manual and mouth-to-mouth artificial respiration. JAMA 1958; 167: 335–341.
- Kouwenhoven WB, Jude JR, Knickerbocker GG. Closed-chest cardiac massage. JAMA 1960; 173: 1064–1067.
- Basket PJF. Resuscitation Great. Peter J Safar, The Early Years 1924–1961, The Birth of CPR. Resuscitation 2001; 50: 17–22.
- Writer D. Resuscitation Great. Sir Edward Sharpey-Schafer and his simple and efficient method of performing artificial respiration. Resuscitation 2004; 61: 113–116.
- Safar P, Brown T, Holtey W, Wilder R. Ventilation and circulation with closed chest cardiac massage in man. JAMA 1961; 176: 574–576.
- Becker LB, Berg RA, Pepe PE, et al. A reappraisal of mouth-to-mouth ventilation during bystander-initiated cardiopulmonary resuscitation. A statement for healthcare professionals from the Ventilation Working Group of the Basic Life Support and Pediatric Life Support Subcommittees, American Heart Association. Resuscitation 1997; 35: 189–201.
- Sayre MR, Berg RA, Cave DM, Page RL, Potts JP, White RD. Hands-only (compression-only) CPR: a call to action for bystander response to adults who experience out-of-hospital sudden cardiac arrest. A science advisory for the public from the AHA emergency cardiovascular care committee. Circulation 2008; 117: 2162–2167.
- Herlitz J, Andersson E, Bang A, et al. Experiences from treatment of out-of-hospital cardiac arrest during 17 years in Goteborg. Eur Heart J 2000; 21: 1251–1258.
- SOS-KANTO study group. Cardiopulmonary resuscitation by bystanders with chest compression only (SOS-KANTO): an observational study. Lancet 2007; 369: 920–926.
- Kern KB. Cardiopulmonary resuscitation without ventilation. Crit Care Med 2000; 28(11 Suppl): N186–189.
- Berg RA, Kern KB, Sanders AB, Otto CW, Hilwig RW, Ewy GA. Bystander cardiopulmonary resuscitation. Is ventilation necessary? Circulation 1993; 88: 1907–1915.
- Heidenreich JW, Sanders AB, Higdon TA, Kern KB, Berg RA, Ewy GA. Uninterrupted chest compression CPR is easier to perform and remember than standard CPR. Resuscitation 2004; 63: 123–130.
- Locke CJ, Berg RA, Sanders AB, et al. Bystander cardiopulmonary resuscitation: concerns about mouth-to-mouth contact. Arch Intern Med 1995; 155: 938–943.
- Taniguchi T, Omi W, Inaba H. Attitudes toward the performance of bystander cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation 2007; 75: 82–87.
- Waalewijn RA, Tijssen JGP, Koster RW. Bystander initiated actions in out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation: results from the Amsterdam Resuscitation Study (ARREST). Resuscitation 2001; 50: 273–279.
- Simons RW, Rea TD, Becker LJ, Eisenberg MS. The incidence and significance of emesis associated with out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2007; 74: 427–431.
- Meursing BTJ, Wulterkens DW, Kesteren RG. The ABC of resuscitation and the Dutch (re) treat. Resuscitation 2005; 64: 279–286.
- Meursing BTJ, Zimmerman ANE, van Heyst ANP. Experimental evidence in favor of a reversed sequence in cardiopulmonary resuscitation. J Am Coll Cardiol 1983; 1: 610.
- Ewy GA. Cardiac cerebral resuscitation: The new cardiopulmonary resuscitation. Circulation 2005; 111: 2134–2142.
- Noc M, Weil MH, Tang W, Turner T, Fukui M. Mechanical ventilation may not be essential for initial cardiopulmonary resuscitation. Chest 1995; 108: 821–827.
- Ewy GA. Cardiac arrest – guideline changes urgently needed. Lancet 2007; 369: 882–884.
- Berg RA, Sanders AB, Kern KB, et al. Adverse hemodynamic effects of interrupting chest compressions for rescue breathing during cardiopulmonary resuscitation for ventricular fibrillation cardiac arrest. Circulation 2001; 104: 2465–2470.
- Kern KB, Hilwig RW, Berg RA, Sanders AB, Ewy GA. Importance of continuous chest compressions during cardiopulmonary resuscitation: improved outcome during a simulated single lay-rescuer scenario. Circulation 2002; 105: 645–649.
- Berg RA, Kern KB, Hilwig RW, et al. Assisted ventilation does not improve outcome in a porcine model of single-rescuer bystander cardiopulmonary resuscitation. Circulation 1997; 95: 1635–1641.
- Berg RA, Kern KB, Hilwig RW, Ewy GA. Assisted ventilation during “bystander” CPR in a swine acute myocardial infarction model does not improve outcome. Circulation 1997; 96: 4364–4371.
- Chandra NC, Gruben KG, Tsitlik JE, et al. Observations of ventilation during resuscitation in a canine model. Circulation 1994; 90: 3070–3075.
- Roppolo LP, Pepe PE, Cimon N, et al. Modified cardiopulmonary resuscitation (CPR) instruction protocols for emergency medical dispatchers: rationale and recommendations. Resuscitation 2005; 65: 203–210.
- Markstaller K, Rudolph A, Karmrodt J, et al. Effect of chest compressions only during experimental basic life support on alveolar collapse and recruitment. Resuscitation 2008; 79: 125–132.
- Ewy GA, Zuercher M, Hilwig RW, et al. Resuscitation in a realistic swine model of out-of-hospital cardiac arrest compared with 30:2 compressions-to-ventilations cardiopulmonary improved neurological outcome with continuous chest compressions. Circulation 2007; 116: 2525–2530.
- Deakin CD, O'Neill JF, Tabor T. Does compression-only cardiopulmonary resuscitation generate adequate passive ventilation during cardiac arrest? Resuscitation 2007; 75: 53–59.
- Eisenberg MS. Incidence and significance of gasping or agonal respirations in cardiac arrest patients. Curr Opin Crit Care 2006; 3: 204–206.
- Bossaert L, Vanhoeyweghen R. Belgian Cerebral Resuscitation Study Group. Bystanders cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 1989; 17(1): S55–69.
- Van Hoeyweghen RJ, Bossaert LL, Mullie A, et al. Quality and efficiency of bystander CPR: Belgian Cerebral Resuscitation Study Group. Resuscitation 1993; 26: 47–52.
- Hallstrom A, Cobb L, Johnson E, Copass M. Cardiopulmonary resuscitation by chest compression alone or with mouth-to-mouth ventilation. N Engl J Med 2000; 342: 1546–1553.

57. Iwami T, Kawamura T, Hiraide A, et al. Effectiveness of bystander-initiated chest compression only resuscitation for patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2007; 116: 2900–2907.

58. Bohm K, Rosenqvist M, Herlitz J, Hollenberg J, Svensson L. Survival is similar after standard treatment and chest compression only in out-of-hospital bystander cardiopulmonary resuscitation. *Circulation* 2007; 116: 2908–2912.

59. International Liaison Committee on Resuscitation. 2005 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Circulation* 2005; 112: 1–136.

60. Zideman D, Koster RW. European Resuscitation Council comments on compression-only CPR study published in *The Lancet* 17th March 2007. European Resuscitation Council website. Available online at <http://www.erc.edu/index.php/doclibrary/en/86/1/> (accessed Nov 11, 2008).

61. Koster RW, Bossaert LL, Nolan JP, Zideman D, on behalf of the Board of the ERC. Advisory statement of the European Resuscitation Council on Basic Life Support. Available online at <http://www.erc.edu/index.php/docLibrary/en/view-Doc/775/3/> (accessed Nov 11, 2008).

62. Rea TD, Eisenberg MS, Culley LL, Becker L. Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation and survival in cardiac arrest. *Circulation* 2001; 104: 2513–2516.

63. Koster RW. Mouth-to-mouth ventilation and/or chest compression in basic life support: The debate continues. *Resuscitation* 2008; 77: 283–285.

64. Nishiyama C, Iwami T, Kawamura T, et al. Effectiveness of simplified chest compression-only CPR training for the general public: A randomized controlled trial. *Resuscitation* 2008; 79: 90–96.

65. Ewy GA. Cardiocerebral resuscitation: a better approach to cardiac arrest. *Curr Opin Cardiol* 2008; 23: 579–584.

66. Kellum MJ, Kennedy KW, Barney R, Keilhauer FA, Bellino M, Zuercher M, Ewy GA. Cardiocerebral resuscitation improves neurologically intact survival of patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 2008; 52: 244–252.

Článek přijat redakcí: 15. 11. 2008

Článek přijat po přepracování: 5. 1. 2009

Článek přijat k publikaci: 9. 1. 2009

MUDr. Anatolij Truhlář

Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny

Fakultní nemocnice Hradec Králové

Sokolská 581, 500 05 Hradec Králové

atruhlar@seznam.cz
