MIMOŘÁDNÉ VYDÁNÍ 2015

URGENTNÍ MEDICÍNA

ČASOPIS PRO NEODKLADNOU LÉKAŘSKOU PÉČI

Urgentní medicína je partnerem České resuscitační rady

Urgentní medicína je vydávána ve spolupráci se Společností urgentní medicíny a medicíny katastrof ČLS JEP

Urgentní medicína je vydávána ve spolupráci se Slovenskou spoločnosťou urgentnej medicíny a medicíny katastrof SLS

European Resuscitation Council a Česká resuscitační rada

DOPORUČENÉ POSTUPY PRO RESUSCITACI ERC 2015:
Souhrn doporučení

Editor českého překladu: MUDr. Anatolij Truhlář, FERC

Archiv 2001– 2013 na www.urgentnimedicina.cz

Urgentní medicína je v Seznamu recenzovaných neimpaktovaných periodik Rady pro výzkum a vývoj ČR.
Časopis je excerpován v Bibliographia medica čechoslovaca.

Vydává: **MEDIPRAX CB s.r.o.** Ročník 18 ISSN 1212-1924

URGENTNÍ MEDICÍNA

www.urgentnimedicina.cz

Vedoucí redaktorka / Editor-in-Chief:
Jana Šeblová, Praha
Odpovědný redaktor / Editor:
Jan Mach, České Budějovice
Korektury / Proofreading:
Nina Seyčková, Praha

Redakční rada / Editorial Board
Jan Bradna, Praha
Roman Gřegoř, Ostrava
Dana Hlaváčková, Praha
Stanislav Jelen, Ostrava
Čestmír Kalík, Příbram
Anatolij Truhlář, Hradec Králové

Mezinárodní redakční rada / International Editorial Board
Jeffrey Arnold, USA
Abdel Bellou, Francie
Maaret Castrén, Švédsko
Oto Masár, Slovensko
Francis Mencl, USA
Agnes Meulemans Belgie
Christoph Redelsteiner, Rakousko
Marc Sabbe, Belgie
Štefan Trenkler, Slovensko

Externí recenzenti / External reviewers
Táňa Bulíková, Bratislava
Blanka Čepická, Praha
Jiří Danda, Praha
Viliam Dobiáš, Bratislava
Ondřej Franěk, Praha
Jan Havlík, Kostelec nad Labem
Petr Hubáček, Olomouc
Lukáš Humpl, Opava
Josef Karaš, Košice
Leo Klein, Hradec Králové
Jiří Knor, Praha
Jiří Kobr, Plzeň
Milana Pokorná Praha
Roman Sviták, Plzeň
Jiří Šimek, České Budějovice
David Tuček, Hradec Králové
Pavel Urbánek, Brno
Jiří Zika, Praha

Členové redakční rady časopisu, mezinárodní redakční rady ani externí recenzenti nejsou v zaměstnaneckém poměru u vydavatele.

Časopis Urgentní medicína je vydáván od roku 1998, periodicita je čtyřikrát ročně, ISSN 1212– 1924, evidenční číslo registrace MK ČR dle zákona 46/200 Sb.: MK ČR 7977.

Toto číslo předáno do tisku dne: / Forwarded to press on: 30. 11. 2015

Sazba a produkce / Typesetting and production:
Jonáš Kocián, jonas@jungletown.cz

Autorská práva
© European Resuscitation Council a Česká resuscitační rada 2015. Všechna práva vyhrazena. Žádná část této publikace nesmí být reprodukována, uložena ve vyhledávacím systému nebo přenášena v jakékoliv formě nebo jakýmikoliv prostředky, elektronicky, mechanicky, kopírováním, nahráváním nebo jiným způsobem bez předchozího písemného souhlasu ERC.
Upozornění: Autoři textu ani vydavatel nepřebírají žádnou zodpovědnost za zranění nebo poškození osob nebo majetku způsobenou použitím produktů, nedbalostí nebo jinak, nebo způsobenou použitím nebo provozem jakýchkoliv metod, produktů, instrukcí nebo myšlenek obsažených v těchto materiálech.

Copyright statement
© European and Czech Resuscitation Councils 2015. All rights reserved. No parts of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the ERC.
Disclaimer: No responsibility is assumed by the authors and the publisher for any injury and/or damage to persons or property as a matter of products liability, negligence or otherwise, or from any use or operation of any methods, products, instructions or ideas contained in the material herein.
Dohoda o překladu
Tato publikace je překladem originální verze Doporučených postupů pro resuscitaci ERC 2015. Překlad byl proveden pod dohledem České resuscitační rady, která je výhradně zodpovědná za jeho obsah.
V případě nepřesností vzniklých následkem překladu odkazujeme na původní anglickou verzi Doporučených postupů pro resuscitaci ERC, která je oficiální verzí dokumentu.
ERC není zodpovědná za žádné nesrovnalosti nebo rozdíly vzniklé překladem a případné důsledky chybného postupu nelze vymáhat právní cestou.

Translation agreement
This publication is a translation of the original ERC Guidelines 2015. The translation is made by and under supervision of the National Resuscitation Council: Czech Resuscitation Council, solely responsible for its contents.

If any questions arise related to the accuracy of the information contained in the translation, please refer to the English version of the ERC guidelines, which is the official version of the document.
Any discrepancies or differences created in the translation are not binding to the European Resuscitation Council and have no legal effect for compliance or enforcement purposes.

Poděkování
Překladatelský kolektiv děkuje vedoucí redaktorce časopisu Urgentní medicína MUDr. Janě Šeblové, Ph.D. za finální jazykové korektury českého vydání Doporučených postupů pro resuscitaci ERC 2015 a ing. Janu Machovi za spolupráci na mimořádném vydání časopisu.

ÚVODNÍ SLOVO

Srdeční zástava postihuje v Evropě přibližně půl milionu lidí ročně. Přežití některých z nich je stále spíše zázrakem než samozřejmostí. Hlavním cílem nových evropských doporučených postupů pro resuscitaci je zajistit poskytnutím nejlepší možné péče přežití co největšího počtu takových lidí. Záchrana každého jednotlivého pacienta je dnes považována za výsledek správné funkce celého systému, počínaje laiky na místě, přes operační středisko, zásah záchranné služby, poresuscitační péči ve správné nemocnici až po následnou rehabilitaci.

Největší síla nových doporučení spočívá podle mého názoru v tom, že se většina základních postupů po pěti letech nezměnila. Důvodem není to, že by výzkum stagnoval nebo nehledal účinnější postupy, ale proto že nebyly nalezeny nové důkazy, které by nás opravňovaly zásadní věci měnit. Díky tomu bude možné navázat na dosavadní vzdělávání laiků i profesionálů a věřit, že se jejich znalosti a dovednosti budou v naléhavých situacích vybavovat téměř automaticky.

Nové doporučené postupy však přinášejí i řadu novinek. Zcela poprvé byly zařazeny kapitoly věnované první pomoci a poresuscitační péči, značně byla přepracována kapitola o zástavě oběhu ve specifických situacích a řada dalších částí. Zařazeno bylo několik nových léčebných algoritmů, které lze používat v každodenní praxi. Nabízí se daleko větší možnost resuscitaci individualizovat a v řadě případů umožnit kauzální léčbu srdeční zástavy. Rozhodování o transportu za kontinuální resuscitace do nemocnice bude pro záchranné služby do budoucna velkým logistickým a rozhodovacím úkolem. Další studie nám musí zodpovědět na otázku, jaké pacienty je smysluplné transportovat a především jak je lze rychle rozpoznat. Velký prostor je věnován operátorům tísňové linky a je oceněna jejich úloha v rozpoznávání srdeční zástavy a vedení telefonicky asistované resuscitace, která je v naší zemi, podobně jako dosažené výsledky resuscitací, skutečně na světové úrovni.

Jsem velmi rád, že můžeme nové doporučené postupy pro resuscitaci představit krátce po jejich vydání v českém jazyce a přispět tak k poskytování resuscitací na té nejvyšší možné úrovni.

Za překladatelský tým a Českou resuscitační radu

Anatolij Truhlář

V ruce držíte mimořádné číslo časopisu Urgentní medicína a je nám ctí, že se můžeme podílet na vydání autorizovaného překladu souhrnu nových doporučení Evropské resuscitační rady. Výroční konference se navíc konala v Praze a předseda České resuscitační rady a též člen redakční rady našeho časopisu MUDr. Anatolij Truhlář je jedním z hlavních autorů originálního textu – oddílu o zástavě za specifických situací – což je nesporně obrovský úspěch.

Resuscitace je činnost tak bytostně mezioborová, že si jí přivlastňuje kdekdo – od občanů, které v češtině tak trochu nevhodně nazýváme „laiky" až po mnoho oborů medicíny včetně té naší, urgentní. Čím více o resuscitaci víme, tím více otázek se vynořuje, a stále se rozšiřující záběr pravidelně vydávaných (a netrpělivě očekávaných) doporučení je toho důkazem. Již dávno nevystačíme jen s kapitolami o základní a rozšířené resuscitaci, dnes jsou součástí doporučení nejen upřesněné kapitoly pro různé věkové skupiny (dospělí, děti i novorozenci), specifikují se pokyny pro nejrůznější situace, stavy a prostředí, součástí je i první pomoc na jedné straně a poresuscitační péče na straně druhé. Nechybí ani vzdělávání a etika.

Vydávání nových doporučení se stalo tak trochu hrou a magickým rituálem – mnoho lidí po celém světě netrpělivě čeká na předem oznámené datum a hodinu, kdy si budou moci u svého počítače rozbalit po pěti letech čekání předvánoční dárek v podobě nových textů; čím více se datum blíží, tím více se na různých fórech debatuje, co se asi bude či nebude měnit. Je to však hra velmi vážná svým obsahem a svými dopady – vždyť cílem je, abychom všichni společným úsilím v plynulém a fungujícím záchranném řetězci péče vrátili do plnohodnotného života co nejvíce „zdánlivě mrtvých".

Za redakci vám hodně úspěchů v resuscitačním úsilí přeje

Jana Šeblová

OBSAH

PODĚKOVÁNÍ 2
OBSAH 4
ÚVOD 7

SHRNUTÍ HLAVNÍCH ZMĚN OPROTI DOPORUČENÝM POSTUPŮM Z ROKU 2010 7
Základní neodkladná resuscitace a automatizovaná externí defibrilace 7
Rozšířená neodkladná resuscitace dospělých 7
Zástava oběhu ve specifických situacích 8
Poresuscitační péče 8
Resuscitace dětí 8
Resuscitace a podpora poporodní adaptace novorozenců 9
Akutní koronární syndromy 9
První pomoc 10
Principy vzdělávání v resuscitaci 10
Etika resuscitace a rozhodování v otázkách o ukončení života 10

MEZINÁRODNÍ KONSENZUS O VĚDECKÝCH POZNATCÍCH V RESUSCITAČNÍ MEDICÍNĚ 10

OD VĚDECKÝCH POZNATKŮ K DOPORUČENÝM POSTUPŮM 10

ZÁKLADNÍ NEODKLADNÁ RESUSCITACE A AUTOMATIZOVANÁ EXTERNÍ DEFIBRILACE DOSPĚLÝCH 11
Srdeční zástava 11
Řetězec přežití 11
Rozpoznání závažných příznaků a přivolání pomoci 11
Okamžité zahájení KPR 11
Časná defibrilace 11
Časná rozšířená neodkladná resuscitace a standardizovaná poresuscitační péče 11
Nezbytná spolupráce svědků zástavy 11
Rozpoznání srdeční zástavy 11
Význam zdravotnického operačního střediska 12
Rozpoznání srdeční zástavy operátorem tísňové linky 12
Telefonicky asistovaná neodkladná resuscitace 12
Základní neodkladná resuscitace dospělých 12
Zprůchodnění dýchacích cest a kontrola dýchání 16
Přivolání záchranné služby 16
Zahájení srdeční masáže 16
Pomůcky pro poskytování zpětné vazby 16
Umělé dýchání 16
Poměr kompresí hrudníku a umělých vdechů 16
Resuscitace bez umělého dýchání 16
Použití automatizovaného externího defibrilátoru 16
KPR před defibrilací 17
Doba mezi kontrolami srdečního rytmu 17
Hlasová nápověda 17
Programy veřejně přístupných AED 17
Použití AED v nemocnici 17
Rizika pro zachránce a resuscitované pacienty 17
Obstrukce dýchacích cest cizím tělesem (dušení) 17
Rozpoznání 17
Léčba nezávažné obstrukce dýchacích cest 18
Léčba závažné obstrukce dýchacích cest 18
Léčba obstrukce dýchacích cest u osob v bezvědomí 18
Resuscitace dětí a tonoucích 18

ROZŠÍŘENÁ NEODKLADNÁ RESUSCITACE DOSPĚLÝCH 18
Doporučení pro prevenci srdeční zástavy v nemocnici 18
Prevence náhlé srdeční smrti mimo nemocnici 18
Resuscitace v přednemocniční neodkladné péči 18
Pravidla pro ukončení resuscitace 19
Resuscitace v nemocnici 19
Algoritmus rozšířené neodkladné resuscitace (ALS) 20
Mimotělní kardiopulmonální resuscitace (eCPR) 24
Defibrilace 24
Zajištění průchodnosti dýchacích cest a ventilace 24
Léky a tekutiny při srdeční zástavě 24
Pomůcky a přístroje používané během KPR 25
Arytmie v souvislosti se zástavou oběhu 25

ZÁSTAVA OBĚHU VE SPECIFICKÝCH SITUACÍCH 26
Specifické příčiny 26
Specifická prostředí 29
Specifické skupiny nemocných 31

PORESUSCITAČNÍ PÉČE 31
Syndrom po srdeční zástavě 33
Dýchací cesty a dýchání 33
Krevní oběh 33
Neurologické následky (optimalizace zotavení neurologických funkcí) 34
Prognózování (předpovídání klinického výsledku) 35

Rehabilitace ... 36
Dárcovství orgánů ... 36
Screening dědičných onemocnění ... 36
Centra pro pacienty se srdeční zástavou ... 36

RESUSCITACE DĚTÍ ... 36
Základní neodkladná resuscitace dětí ... 36
Kdy přivolat pomoc? ... 39
Automatizovaná externí defibrilace a základní neodkladná resuscitace ... 39
Zotavovací poloha ... 39
Obstrukce dýchacích cest cizím tělesem ... 39
Rozšířená neodkladná resuscitace dětí ... 40
Defibrilátory ... 43
Srdeční arytmie ... 46
Specifické situace ... 46
Poresuscitační péče ... 46
Prognóza náhlé zástavy dechu a oběhu ... 46
Přítomnost rodičů ... 47

RESUSCITACE A PODPORA POPORODNÍ ADAPTACE NOVOROZENCE ... 47
Příprava ... 47
Načasování přerušení pupečníku ... 47
Regulace tělesné teploty ... 47
První zhodnocení novorozence ... 47
Podpora vitálních funkcí novorozence ... 49
Nezahájení nebo ukončení resuscitace ... 51
Komunikace s rodiči dítěte ... 51
Poresuscitační péče ... 51
Briefing a debriefing ... 51

ÚVODNÍ LÉČBA AKUTNÍHO KORONÁRNÍHO SYNDROMU ... 52
Diagnostika a riziková stratifikace akutního koronárního syndromu ... 52
Léčba symptomů akutního koronárního syndromu ... 53
Léčba příčiny akutního koronárního syndromu ... 53

PRVNÍ POMOC ... 55
První pomoc při naléhavých interních stavech ... 55
První pomoc při úrazových stavech ... 56
Vzdělávání v první pomoci ... 56

PRINCIPY VZDĚLÁVÁNÍ V RESUSCITACI ... 57
Výuka základní neodkladné resuscitace ... 57
Výuka rozšířené neodkladné resuscitace ... 57
Implementace doporučených postupů a způsob zavádění změn ... 57
Dopad doporučených postupů ... 57
Využívání moderních technologií a sociálních médií ... 57
Měření výkonnosti systémů zajišťujících resuscitaci ... 57
Poskytování zpětné vazby po resuscitaci v klinické praxi ... 58
Resuscitační týmy pro dospělé ... 58
Výuka v prostředí s omezenými prostředky ... 58

ETIKA RESUSCITACE A ROZHODOVÁNÍ V OTÁZKÁCH O UKONČENÍ ŽIVOTA ... 58
Princip beneficence ... 58
Princip non-meleficence ... 58
Princip spravedlnosti a rovného přístupu ... 58
Marná léčba ... 58
Dříve vyslovené přání ... 58
Péče zaměřená na pacienta ... 58
Náhlá zástava oběhu v nemocnici ... 58
Mimonemocniční náhlá zástava oběhu ... 58
Nezahájení a ukončení KPR ... 58
Náhlá zástava oběhu u dětí ... 59
Bezpečnost zachránce ... 59
Dárcovství orgánů ... 59
Variabilita etické praxe v Evropě ... 59
Přítomnost rodinných příslušníků během resuscitace ... 59
Příprava zdravotnického personálu v otázkách nezahajování resuscitace ... 59
Použití těla zemřelého pro výukové účely ... 59
Výzkum a informovaný souhlas ... 59
Audit srdečních zástav v nemocnicích a analýzy registrů ... 59

PRAVIDLA PRO DEKLARACI STŘETU ZÁJMŮ PRO DOPORUČENÉ POSTUPY ERC 2015 ... 59

PODĚKOVÁNÍ ... 59

LITERATURA ... 60

DOPORUČENÉ POSTUPY PRO RESUSCITACI ERC 2015 SOUHRN DOPORUČENÍ

KOENRAAD G. MONSIEURS [a,b], JERRY P. NOLAN [c,d], LEO L. BOSSAERT [e], ROBERT GREIF [f,g], IAN K. MACONOCHIE [h], NIKOLAOS I. NIKOLAOU [i], GAVIN D. PERKINS [j,k], JASMEET SOAR [l], ANATOLIJ TRUHLÁŘ [m,n], JONATHAN WYLLIE [o], DAVID A. ZIDEMAN [p], JMÉNEM PRACOVNÍ SKUPINY PRO DOPORUČENÉ POSTUPY PRO RESUSCITACI ERC 2015*

[a] *Emergency Medicine, Faculty of Medicine and Health Sciences, University of Antwerp, Antwerp, Belgie*
[b] *Faculty of Medicine and Health Sciences, University of Ghent, Ghent, Belgie*
[c] *Anaesthesia and Intensive Care Medicine, Royal United Hospital, Bath, Velká Británie*
[d] *School of Clinical Sciences, Bristol University, Bristol, Velká Británie*
[e] *University of Antwerp, Antwerp, Belgie*
[f] *Department of Anaesthesiology and Pain Medicine, University Hospital Bern, Švýcarsko*
[g] *University of Bern, Bern, Švýcarsko*
[h] *Paediatric Emergency Medicine Department, Imperial College Healthcare NHS Trust and BRC Imperial NIHR, Imperial College, London, Velká Británie*
[i] *Cardiology Department, Konstantopouleio General Hospital, Athens, Řecko*
[j] *Warwick Medical School, University of Warwick, Coventry, Velká Británie*
[k] *Critical Care Unit, Heart of England NHS Foundation Trust, Birmingham, Velká Británie*
[l] *Anaesthesia and Intensive Care Medicine, Southmead Hospital, Bristol, Velká Británie*
[m] *Zdravotnická záchranná služba Královéhradeckého kraje, Hradec Králové, Česká republika*
[n] *Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Fakultní nemocnice Hradec Králové, Hradec Králové, Česká republika*
[o] *Department of Neonatology, The James Cook University Hospital, Middlesbrough, Velká Británie*
[p] *Imperial College Healthcare NHS Trust, London, Velká Británie*

ČESKÝ PŘEKLAD PŘIPRAVILA ČESKÁ RESUSCITAČNÍ RADA, NÁRODNÍ PARTNER EUROPEAN RESUSCITATION COUNCIL (ERC) PRO ČESKOU REPUBLIKU

ANATOLIJ TRUHLÁŘ [a,b], VLADIMÍR ČERNÝ [c,d,e], RENATA ČERNÁ PAŘÍZKOVÁ [b], ONDŘEJ FRANĚK [f], ROMAN GŘEGOŘ [g], EDUARD KASAL [h], RADEK MATHAUSER [a], DAVID PEŘAN [i], PAVEL ROZSÍVAL [j], ZBYNĚK STRAŇÁK [k], ROMAN ŠKULEC [b,c,l,m], KAREL ŠTĚPÁNEK [c,n]

[a] *Zdravotnická záchranná služba Královéhradeckého kraje, Hradec Králové, Česká republika*
[b] *Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Univerzita Karlova v Praze, Lékařská fakulta v Hradci Králové, Fakultní nemocnice Hradec Králové, Hradec Králové, Česká republika*
[c] *Klinika anesteziologie, perioperační a intenzivní medicíny, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem, Ústí nad Labem, Česká republika*
[d] *Centrum pro výzkum a vývoj, Fakultní nemocnice Hradec Králové, Hradec Králové, Česká republika*
[e] *Dalhousie University, Department of Anesthesia, Pain Management and Perioperative Medicine, Halifax, Kanada*
[f] *Zdravotnická záchranná služba hlavního města Prahy, Praha, Česká republika*
[g] *Zdravotnická záchranná služba Moravskoslezského kraje, Ostrava, Česká republika*
[h] *Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Fakultní nemocnice Plzeň, Plzeň, Česká republika*
[i] *Ústřední vojenská nemocnice – Vojenská fakultní nemocnice Praha, Praha, Česká republika*
[j] *Dětská klinika, Fakultní nemocnice Hradec Králové, Katedra pediatrie, Univerzita Karlova v Praze, Lékařská fakulta v Hradci Králové, Hradec Králové, Česká republika*
[k] *Neonatologické oddělení, Ústav pro péči o matku a dítě, Praha, Česká Republika*
[l] *Zdravotnická záchranná služba Středočeského kraje, Beroun, Česká republika*
[m] *Interní oddělení Nemocnice Beroun, Beroun, Česká republika*
[n] *Zdravotnická záchranná služba Ústeckého kraje, Ústí nad Labem, Česká republika*

Publikace byla podpořena grantem IGA NT14460-3/2013 Efektivita přednemocniční neodkladné péče.

ÚVOD

Souhrn doporučených postupů pro resuscitaci ERC 2015 obsahuje základní léčebné algoritmy pro resuscitaci dětí a dospělých a zdůrazňuje hlavní změny v doporučených postupech pro resuscitaci od jejich posledního vydání v roce 2010. Podrobná doporučení jsou detailně popsána v každé z deseti kapitol, které byly publikovány jako samostatné články v časopise Resuscitation.

Doporučené postupy pro resuscitaci ERC 2015 obsahují následující kapitoly:

1. Souhrn
2. Základní neodkladná resuscitace dospělých a automatizovaná externí defibrilace [1]
3. Rozšířená neodkladná resuscitace dospělých [2]
4. Zástava oběhu ve specifických situacích [3]
5. Poresuscitační péče [4]
6. Resuscitace dětí [5]
7. Resuscitace a podpora poporodní adaptace novorozenců [6]
8. Úvodní léčba akutního koronárního syndromu [7]
9. První pomoc [8]
10. Principy vzdělávání v resuscitaci [9]
11. Etika resuscitace a rozhodování v otázkách o ukončení života [10]

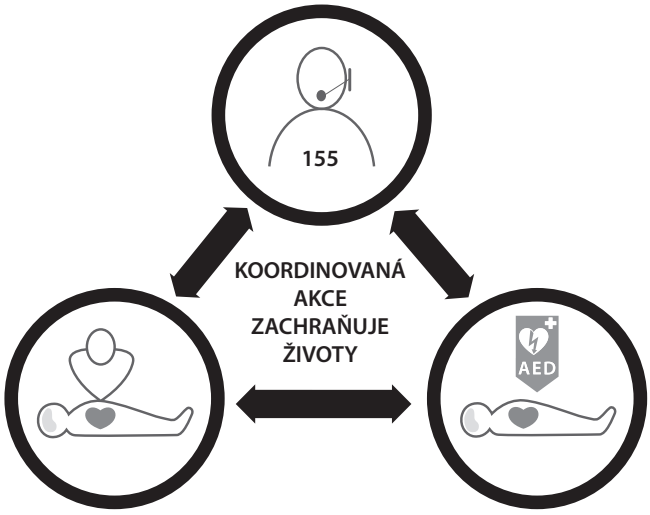
Následující doporučené postupy pro resuscitaci ERC 2015 nedefinují jediný způsob provádění resuscitace, ale představují současný a obecně akceptovaný pohled na její bezpečné a účinné provádění. Vydání nových a revidovaných léčebných doporučení však neznamená, že by dosavadní klinická praxe nebyla bezpečná nebo účinná.

SHRNUTÍ HLAVNÍCH ZMĚN OPROTI DOPORUČENÝM POSTUPŮM Z ROKU 2010

Základní neodkladná resuscitace a automatizovaná externí defibrilace

- Doporučené postupy ERC 2015 zdůrazňují klíčový význam interakce mezi operátorem tísňové linky, svědky, kteří provádějí kardiopulmonální resuscitaci (KPR), a včasným nasazením automatizovaného externího defibrilátoru (AED). Efektivní a koordinovaná reakce, která spojuje tyto jednotlivé články dohromady, je klíčem ke zlepšení přežívání mimonemocniční srdeční zástavy (obrázek 1.1).

Obr. 1.1 Interakce mezi operátorem tísňové linky, svědkem provádějícím KPR a včasným nasazením automatizovaného externího defibrilátoru je klíčem ke zlepšení přežívání mimonemocniční srdeční zástavy.



- Operátor tísňové linky hraje důležitou roli v časném rozpoznání srdeční zástavy, poskytnutí telefonicky asistované neodkladné resuscitace (TANR), lokalizaci nejbližšího AED a jeho vyslání k postiženému.
- Svědci náhlého kolapsu, kteří jsou vycvičeni a schopni pomoci, by měli rychle vyhodnotit, zda je postižený v bezvědomí a nedýchá normálně, a poté neprodleně přivolat záchrannou službu.
- Každý postižený v bezvědomí s abnormálním dýcháním musí být považován za člověka se srdeční zástavou, který potřebuje KPR. Svědci příhody i operátoři tísňové linky by měli pomýšlet na srdeční zástavu u každého s probíhajícím záchvatem křečí a pečlivě posoudit, zda takový člověk normálně dýchá.
- U všech osob se srdeční zástavou by zachránci měli provádět srdeční masáž. Vyškolení zachránci schopní provádět umělé dýchání by měli srdeční masáž střídat s umělým dýcháním. Protože není jisté, do jaké míry lze považovat samotnou srdeční masáž a standardní KPR za srovnatelné postupy, nejsou zatím důvody pro změnu dosavadní praxe.
- Vysoká kvalita KPR zůstává zásadním požadavkem pro zlepšení výsledků přežití. Zachránci by měli srdeční masáž provádět s dostatečnou hloubkou kompresí hrudníku (u dospělých přibližně 5 cm, nikoliv však více než 6 cm) frekvencí 100–120 stlačení za minutu. Po každém stlačení zcela uvolněte tlak na hrudník a minimalizujte přestávky v srdeční masáži. Pokud provádíte umělé dýchání, vdechujte dostatečný objem vzduchu po dobu přibližně jedné sekundy, aby došlo k viditelnému zvednutí hrudní stěny. Poměr mezi počtem kompresí a umělými vdechy zůstává 30:2. Pro provedení umělých vdechů nepřerušujte srdeční masáž na více než 10 sekund.
- Defibrilace provedená do 3–5 minut od kolapsu může zvýšit pravděpodobnost přežití na 50–70 %. Časná defibrilace může být zajištěna prostřednictvím zachránců, kteří použijí veřejně dostupný AED nebo AED přítomný na místě. Programy veřejně dostupné defibrilace by mělý být aktivně implementovány v oblastech s vysokou hustotou obyvatel.
- Algoritmus KPR pro dospělé může být efektivně použit rovněž u dětí, pokud jsou v bezvědomí a nedýchají normálně. Hloubka kompresí u dětí by měla dosahovat nejméně jedné třetiny předozadního průměru hrudníku (u dětí do 1 roku: 4 cm, u dětí nad 1 rok: 5 cm).
- Úplná obstrukce dýchacích cest cizím tělesem je kritickým stavem, který vyžaduje okamžitou léčbu pomocí úderů mezi lopatky. Pokud nedojde k uvolnění překážky, následují rázná stlačování nadbřišku. Jestliže postižený ztratí vědomí, musí být neprodleně zahájena KPR a současně přivolána záchranná služba.

Rozšířená neodkladná resuscitace dospělých

Nová doporučení 2015 pro rozšířenou neodkladnou resuscitaci dospělých (ALS, advanced life support) kladou důraz na zlepšování kvality poskytované péče a implementaci doporučených postupů s cílem zlepšit léčebné výsledky.[11] Klíčové změny od roku 2010 jsou následující:

- Nadále je kladen důraz na využívání systémů rychlé reakce v péči o pacienta ve zhoršujícím se stavu a prevence vzniku srdeční zástavy v nemocnici.
- Nadále je kladen důraz na minimálně přerušovanou vysoce kvalitní srdeční masáž po celou dobu provádění rozšířené neodkladné resuscitace: komprese hrudníku mohou být přerušeny pouze na co nejkratší dobu potřebnou k provedení nezbytných léčebných zákroků. Přerušení srdeční masáže pro podání defibrilačního výboje nesmí trvat déle než 5 sekund.
- Je zdůrazněn význam používání samolepicích elektrod při defibrilaci a takové defibrilační strategie, která minimalizuje přestávky v srdeční masáži před podáním výboje, přestože jsou v některých podmínkách stále používány přítlačné elektrody.
- Součástí doporučení je nová kapitola zabývající se monitorací v průběhu rozšířené neodkladné resuscitace se zvýšeným důrazem na využívání kapnografie k ověření a kontinuálnímu monitorování správného uložení tracheální rourky, kvality resuscitace a časných známek obnovení účinného oběhu (ROSC, return of spontaneous circulation).
- Při KPR se využívá řada způsobů zajištění průchodnosti dýchacích cest. Je doporučen postupný přístup odpovídající stavu nemocného a zkušenostem zachránce.
- Doporučení pro použití léků během KPR se nezměnila, nicméně větší pozornost je zaměřena na vliv léků na zlepšení léčebných výsledků při zástavě oběhu.
- Rutinní používání přístrojů pro mechanickou srdeční masáž není doporučeno, ale jejich použití je rozumnou alternativou v situacích, kdy nelze zajistit nepřerušovanou vysoce kvalitní srdeční masáž nebo by

její provádění ohrožovalo bezpečnost zachránce.
- Sonografické vyšetření během zástavy oběhu nebo po resuscitaci může přispět k objasnění reverzibilních příčin srdeční zástavy.
- Mimotělní techniky podpory oběhu mohou být použity jako rescue postup u vybraných pacientů, u kterých není standardní postup účinný a nevede k obnovení oběhu.

Zástava oběhu ve specifických situacích

Specifické příčiny

Potenciálně reverzibilní příčiny zástavy oběhu musí být rozpoznány nebo vyloučeny během každé resuscitace. Možné příčiny jsou rozděleny do dvou skupin po čtyřech na tzv. 4 H a 4 T: hypoxie; hypo-/hyperkalémie a jiné elektrolytové poruchy; hypo-/hypertermie; hypovolemie; tenzní pneumotorax; tamponáda (srdeční); trombóza (koronární tepny, plicní embolie); toxiny (intoxikace).

- Přežití nemocných po asfyktické zástavě oběhu je vzácné a přeživší mají obvykle závažné neurologické poškození. Včasná a účinná ventilace směsí obohacenou o kyslík je během KPR zcela zásadní.
- Vzniku srdeční zástavy způsobené elektrolytovými abnormalitami lze zabránit vysokou mírou klinického úsudku a agresivní léčbou. Nový algoritmus poskytuje klinické vodítko pro akutní léčbu život ohrožující hyperkalémie.
- Podchlazení pacienti bez známek oběhové nestability mohou být ohřívání zevními metodami za použití minimálně invazivních technik. Pacienti s příznaky oběhové nestability by měli být transportováni přímo do specializovaného centra, které poskytuje mimotělní podporu oběhu (ECLS, extracorporeal life support).
- Pilířem neodkladné léčby anafylaxe zůstává včasné rozpoznání příznaků a okamžitá aplikace intramuskulárního adrenalinu.
- Pro traumatickou zástavu oběhu byl navržen nový léčebný algoritmus s cílem seřadit priority život zachraňujících výkonů.
- Transport do nemocnice za kontinuální KPR může být prospěšný pro vybrané pacienty, pokud tam existuje okamžitý přístup do katetrizační laboratoře a personál zkušený v provádění perkutánní koronární intervence (PCI) při probíhající KPR.
- Nijak se nemění doporučení pro podání trombolýzy při plicní embolii, pokud je embolie předpokládanou příčinou zástavy oběhu.

Specifická prostředí

Část věnovaná specifickým prostředím obsahuje doporučení pro léčbu zástavy oběhu vznikající na výjimečných místech. Mezi tyto lokality patří specializovaná zdravotnická pracoviště (např. operační sál, kardiochirurgie, katetrizační laboratoř, dialyzační středisko, stomatochirurgie), dopravní letadla nebo prostředí letecké záchranné služby, sportovní hřiště, venkovní prostředí (např. vodní plochy, obtížně přístupný terén, vysokohorské oblasti, lavinové nehody, úrazy bleskem a elektrickým proudem) nebo místa výskytu hromadného postižení zdraví.

- Nová část zahrnuje obvyklé příčiny zástavy oběhu při operačních zákrocích a příslušné modifikace resuscitačních postupů u těchto pacientů.
- Při zástavě oběhu po velkých kardiochirurgických operacích je klíčem k úspěšné resuscitaci potřeba rozpoznat indikaci k urgentní resternotomii, zejména při srdeční tamponádě nebo krvácení, kdy nepřímá srdeční masáž nemusí být účinná.
- Při srdeční katetrizaci musí být zástava oběhu na podkladě defibrilovatelného rytmu, tj. fibrilace komor (VF) nebo bezpulzové komorové tachykardie (pVT), okamžitě léčena sekvencí až tří po sobě jdoucích výbojů před zahájením srdeční masáže. Během angiografie se doporučuje používání mechanických resuscitačních přístrojů, které zajišťují vysoce kvalitní komprese hrudníku a snižují radiační zátěž personálu při pokračující KPR.
- AED a vhodné pomůcky k provádění KPR by měly být povinným vybavením na palubě všech dopravních letadel v Evropě, včetně letadel regionálních a nízkonákladových dopravců. Pokud omezený přístup v letadle znemožňuje konvenční způsob provádění KPR, zvažte srdeční masáž přes hlavu postiženého.
- Náhlý a neočekávaný kolaps sportovce na hrací ploše je pravděpodobně kardiální etiologie, vyžaduje rychlé rozpoznání a včasnou defibrilaci.
- Potopení pod hladinu na dobu delší než 10 minut je spojeno s nepříznivými léčebnými výsledky. Svědci plní klíčovou úlohu při úvodní záchraně a resuscitaci tonoucích. Léčebná strategie při zástavě dechu i oběhu považuje nadále za priority oxygenaci a ventilaci.
- Šance na dobrý výsledek léčby zástavy oběhu v obtížně přístupném terénu nebo na horách mohou být v důsledku opožděného zásahu a déletrvajícího transportu snížené. Letecká záchranná služba a dostupnost AED ve vzdálených, ale hojně navštěvovaných lokalitách, mají svoje opodstatnění.
- U obětí lavinových nehod se zástavou oběhu se zpřísnila indikační kritéria pro prodlužování KPR a jejich ohřívání pomocí metod mimotělní podpory oběhu (ECLS) s cílem snížit počet pacientů, kteří jsou takto léčeni zbytečně.
- Při provádění KPR po úrazu elektrickým proudem musí být kladen důraz na bezpečnostní opatření.
- Při likvidaci mimořádných událostí s hromadným postižením zdraví není KPR zahajována u postižených bez známek života, pokud jejich počet přesahuje dostupnou kapacitu poskytovatelů zdravotní péče.

Specifické skupiny nemocných

Část věnovaná specifickým skupinám nemocných přináší návod k provádění KPR u pacientů se závažnými komorbiditami (astma, stavy po implantaci mechanické srdeční podpory pro srdeční selhání, neurologická onemocnění, obezita) a u pacientů se zvláštními fyziologickými potřebami (těhotné ženy, nemocní v pokročilém věku).

- U nemocných s mechanickou srdeční podporou (VAD, ventricular assist device) může být obtížné potvrzení zástavy oběhu. Pokud zástava oběhu vznikne během prvních 10 dnů po operaci a nereaguje na defibrilační léčbu, musí být okamžitě provedena resternotomie.
- Pacienti se subarachnoidálním krvácením mohou mít na EKG změny připomínající akutní koronární syndrom (AKS). Rozhodnutí, zda bude nejdříve provedeno vyšetření mozku počítačovou tomografií (CT) nebo koronární angiografie, bude záviset na klinickém posouzení každého pacienta.
- Při resuscitaci obézních pacientů nejsou doporučeny žádné změny sledu jednotlivých výkonů, ale provádění účinné KPR u nich může být náročné. Střídání zachránců zvažujte častěji než v běžných dvouminutových intervalech. Je doporučena včasná tracheální intubace.
- U těhotných žen se zástavou oběhu zůstávají klíčovými výkony vysoce kvalitní KPR s manuálním odtlačením dělohy, včasná rozšířená neodkladná resuscitace a vybavení plodu, pokud nedojde rychle k obnovení spontánního oběhu (ROSC).

Poresuscitační péče

Samostatná kapitola poresuscitační péče je v doporučených postupech ERC zařazena nově, v předchozích doporučeních z roku 2010 byla součástí kapitoly o rozšířené neodkladné resuscitaci. [12] Na kapitole spolupracovala ERC se zástupci ESICM (European Society of Intensive Care Medicine). Doporučení pro poresuscitační péči považují vysoce kvalitní poresuscitační péči za nezbytnou součást řetězce přežití. [13]

Nejvýznamnější změny v poresuscitační péči od roku 2010:

- Je kladen větší důraz na potřebu urgentní koronární katetrizace a perkutánní koronární intervence (PCI) po mimonemocniční zástavě oběhu, jejíž příčina je pravděpodobně kardiální.
- Cílená regulace tělesné teploty zůstává stále důležitá, nicméně cílová teplota může být nyní i 36 °C oproti dříve doporučovanému rozmezí 32–34 °C. Prevence horečky zůstává velmi důležitá nadále.
- K posouzení prognózy pacientů je využívána multimodální strategie, zvláštní důraz se klade na dostatečný časový odstup pro zotavení neurologických funkcí a na eliminaci možného vlivu sedativ.
- Nově byla zařazena kapitola zaměřená na rehabilitaci po přežití srdeční zástavy. Doporučení obsahují systematickou organizaci následné péče, která zahrnuje aktivní vyhledávání poruch kognitivních a emočních funkcí.

Resuscitace dětí

Změny doporučených postupů byly provedeny na základě nových přesvědčivých vědeckých důkazů a na základě klinických, organizačních a edukačních zjištění a byly upraveny pro usnadnění jejich používání a výuky.

Základní neodkladná resuscitace
- Umělý vdech by měl trvat přibližně 1 sekundu z důvodu sjednocení s postupy u dospělých.
- Při nepřímé srdeční masáži by měla být dolní část sterna stlačována alespoň o jednu třetinu předozadního průměru hrudníku (4 cm u dětí do 1 roku a 5 cm u dítěte nad 1 rok).

Péče o kriticky nemocné dítě
- Pokud nejsou známky septického šoku, je doporučeno podat dítěti s horečnatým onemocněním opatrně tekutiny s dalším zhodnocením stavu po jejich podání. U některých forem septického šoku může být podání omezeného objemu krystaloidních roztoků výhodnější v porovnání s liberálním podáváním tekutin.
- Pro kardioverzi supraventrikulární tachykardie je nově energie prvního výboje stanovena na 1 J/kg.

Algoritmus náhlé zástavy oběhu u dítěte
- Algoritmus obsahuje mnoho společných prvků s postupy u dospělých.

Poresuscitační péče
- Po obnovení spontánního oběhu u dětí po mimonemocniční zástavě oběhu předcházejte horečce.
- Cílená regulace tělesné teploty po obnovení spontánního oběhu u dětí by měla mít za cíl dosažení normotermie nebo mírné hypotermie.
- Neexistuje žádný samostatný spolehlivý prediktor pro ukončení resuscitace.

Resuscitace a podpora poporodní adaptace novorozenců
Hlavní změny provedené v doporučených postupech ERC 2015 pro resuscitaci novorozenců po narození:
- **Podpora poporodní adaptace:** Stav dítěte po narození je velmi unikátní. Novorozenci jen velmi zřídka vyžadují resuscitaci, ale někdy potřebují odbornou lékařskou pomoc během procesu postnatální adaptace. Termín podpora adaptace (support of transition) byl tedy zaveden proto, abychom mohli lépe rozlišovat mezi intervencemi, které jsou potřebné k obnovení životních funkcí orgánů (resuscitaci) anebo k podpoře adaptace.
- **Přerušení pupečníku:** U donošených i nedonošených novorozenců bez poruchy poporodní adaptace se doporučuje oddálené přerušení pupečníku nejdříve jednu minutu od vybavení novorozence. Momentálně nejsou k dispozici dostatečné důkazy pro doporučení adekvátního načasování přerušení pupečníku u dětí, které okamžitě po narození vyžadují resuscitaci.
- **Teplota:** Tělesná teplota u nonasfyktických novorozenců má být po narození udržována v rozmezí 36,5–37,5 °C. Význam tohoto cíle byl zdůrazněn a posílen vzhledem k silné asociaci nízké teploty s mortalitou a morbiditou. Příjmová teplota by měla být zaznamenána s ohledem na predikci klinického výsledku a jako indikátor kvality péče.
- **Udržování teploty:** K udržení teploty v rozmezí 36,5–37,5 °C (po narození a při přijetí na oddělení) u novorozenců narozených dříve než v 32. gestačním týdnu je vyžadována kombinace řady metod: používání zvlhčených a ohřátých dýchacích plynů, zvýšená teplota místnosti, používání plastikových obalů na celé tělo a hlavu v kombinaci s ohřívací matrací anebo samotná ohřívací matrace. Všechny uvedené metody jsou efektivní pro prevenci hypotermie.
- **Optimální měření srdeční frekvence:** Monitorace EKG může být používána k rychlému a přesnému stanovení srdeční frekvence u dětí, které vyžadují resuscitaci.
- **Mekonium:** Tracheální intubace není rutinně indikována při přítomnosti mekonia a měla by být provedena pouze při podezření na obstrukci trachey. Důraz by měl být kladen na zahájení ventilace během první minuty života u novorozenců s apnoí nebo těch, kteří nedýchají efektivně. Zahájení ventilace nesmí být oddalováno.
- **Vzduch versus kyslík:** Při zahájení ventilační podpory u donošených novorozenců používáme vzduch. U předčasně narozených dětí by měla být ventilace zahájena vzduchem nebo nízkou koncentrací kyslíku (do 30 %). Pokud navzdory efektivní ventilaci přetrvává nízká oxygenace (ideálně měřená pulzní oxymetrií), je nutné zvážit použití vyšších koncentrací kyslíku.
- **CPAP:** Iniciální podpora dýchání u spontánně dýchajících nedonošených novorozenců s respiračním distressem je prováděna spíše pomocí CPAP než provedením intubace.

Akutní koronární syndromy
Následující text je souhrnem nejdůležitějších nových postupů a změn v doporučeních pro diagnostiku a léčbu akutního koronárního syndromu (AKS).

Diagnostické postupy u AKS
- U nemocných s podezřením na akutní infarkt myokardu s elevacemi ST úseku (STEMI) je doporučeno provést přednemocniční záznam 12svodového elektrokardiogramu (EKG). U pacientů se STEMI tento postup urychluje přednemocniční a nemocniční reperfuzní léčbu a snižuje mortalitu.
- Při zajištění adekvátní kvality prostřednictvím odpovídajících kontrolních mechanizmů může být interpretace nálezu STEMI na EKG prováděna i nelékařským zdravotnickým personálem s pomocí automatické počítačové interpretace nebo bez ní.
- Přednemocniční aktivace týmu katetrizační laboratoře může v případě STEMI nejen zkrátit čas do poskytnutí reperfuzní léčby, ale také snížit mortalitu.
- Negativní výsledek testu pro stanovení hladiny vysoce senzitivních srdečních troponinů (hs-cTn) během iniciálního vyšetření nemůže být použit jako samostatný test k vyloučení AKS, ale u nemocných s velmi nízkým rizikem může podpořit možnost jejich časného propuštění z nemocnice.

Terapeutické postupy u AKS
- Blokátory adenosindifosfátového (ADP) receptoru (clopidogrel, ticagrelor nebo prasugrel se specifickým omezením) mohou být u nemocných se STEMI, kteří jsou indikováni k primární PCI, podány jak v přednemocniční péči tak na oddělení urgentního příjmu v nemocnici.
- Nefrakcionovaný heparin (UFH) může být u nemocných se STEMI, kteří jsou indikováni k primární PCI, podán jak v přednemocniční péči tak v nemocnici.
- U pacientů se STEMI může být přednemocniční podání enoxaparinu alternativou přednemocničního podání nefrakcionovaného heparinu.
- Nemocní s bolestí na hrudi v důsledku předpokládaného AKS nevyžadují oxygenoterapii, pokud u nich nejsou patrné příznaky hypoxie, dušnosti nebo srdečního selhání.

Strategie reperfúzní léčby u STEMI
Rozhodování o reperfúzní léčbě bylo posuzováno z hlediska mnoha možných lokálně specifických situací.
- Pokud je v případě STEMI plánovanou reperfúzní strategií systémová trombolýza, doporučujeme preferovat přednemocniční podání před aplikací v nemocnici v případech, kdy transportní časy do nemocnice jsou delší než 30 minut a personál zdravotnické záchranné služby je dobře vyškolen.
- V regionech, kde je dostupné kardiocentrum s možností PCI, je u pacientů se STEMI preferován primární transport k provedení PCI před podáním přednemocniční systémové trombolýzy.
- Nemocní se STEMI na urgentním příjmu nemocnice bez možnosti PCI by měli být ihned transportováni do kardiocentra, pokud je dostupnost primární PCI méně než 120 minut (60–90 minut pro časné fáze STEMI a pro nemocné s rozsáhlým infarktem). V ostatních případech by měla být podána systémová trombolýza a pacient následně transportován do kardiocentra.
- Pacienti léčení systémovou trombolýzou na urgentním příjmu nemocnice bez možnosti PCI by měli být, pokud je to možné, transportováni k časné koronarografii (během 3–24 hodin od podání systémové trombolýzy), nikoliv pouze v případě trvající ischemie.
- Provedení PCI v období méně než 3 hodiny od podání trombolýzy není doporučeno a může být indikováno jen v případě selhání trombolýzy.

Rozhodování o reperfúzní léčbě po obnovení spontánního oběhu

- Urgentní vyšetření v katetrizační laboratoři (a provedení primární PCI, pokud je indikovaná) je doporučeno u dospělých pacientů úspěšně resuscitovaných pro mimonemocniční náhlou zástavu oběhu s pravděpodobnou kardiální příčinou s elevacemi ST úseku na EKG podobným způsobem jako u nemocných se STEMI bez zástavy oběhu.
- U nemocných v bezvědomí, kteří byli úspěšně resuscitováni pro mimonemocniční náhlou zástavu oběhu s pravděpodobnou kardiální příčinou bez elevací ST úseku na EKG je racionální zvážit urgentní vyšetření v katetrizační laboratoři v případě velmi vysokého podezření na koronární etiologii zástavy oběhu.

První pomoc

Kapitola První pomoc je v doporučených postupech ERC zahrnuta poprvé.

Principy vzdělávání v resuscitaci

Následující text představuje shrnutí nejvýznamnějších doporučení a nových pohledů na vzdělávání v oblasti resuscitace od vydání posledních doporučení v roce 2010.

Výuka

- Pokud je v možnostech vzdělávacího centra pořídit nebo zapůjčit vysoce sofistikované resuscitační modely, doporučujeme jejich použití. Využívání méně věrohodných modelů je však pro výuku ve všech typech kurzů ERC přijatelným řešením.
- Pomůcky pro zpětnou vazbu s hlasovou nápovědou jsou přínosné pro zlepšení frekvence kompresí, jejich hloubky, uvolňování tlaku na hrudník a správnou polohu rukou. Pomůcky pouze s metronomem zlepšují frekvenci kompresí a mohou negativně ovlivňovat hloubku kompresí, pokud se zachránci soustředí jenom na dodržování frekvence.
- Intervaly pro opakovací výcvik se liší v závislosti na povaze účastníků (např. laici versus zdravotnický personál). Je prokázáno, že schopnosti provádět KPR se snižují už s odstupem několika měsíců od nácviku a proto strategie založené na opakovacích školeních jednou ročně nemusí být dostatečné. Přestože optimální intervaly nejsou známé, mohou být přínosná častější a kratší opakovací školení.
- Nácvik netechnických dovedností (např. komunikační dovednosti, vedení týmu, přijetí role člena týmu) je zásadním doplňkem nácviků technických dovedností. Tento způsob výuky by měl být zahrnut do kurzů resuscitace.
- Operátoři tísňové linky záchranné služby plní významnou úlohu při vedení laických zachránců v poskytování telefonicky asistované neodkladné resuscitace (TANR). Jejich úloha vyžaduje zvláštní odbornou přípravu, aby dokázali ve stresující situaci předávat jasné a účinné instrukce.

Implementace

- Zpětná vazba poskytovaná na základě měření vybraných parametrů resuscitace je účinným nástrojem ke zlepšení výkonnosti resuscitačních týmů. Velmi doporučujeme její používání v týmech, které zajišťují péči o nemocné se srdeční zástavou.
- Regionální systémy včetně center pro pacienty se srdeční zástavou (v ČR kardiocentra) vyžadují všeobecnou podporu, protože jejich existence zlepšuje výsledky přežití a neurologický výsledek u nemocných s mimonemocniční náhlou zástavou oběhu.
- Probíhá vývoj inovativních systémů, které upozorňují laické zachránce na umístění nejbližšího AED. Je nutná podpora jakýchkoliv technologií, které urychlují zahájení laické KPR a zajišťují rychlejší dostupnost AED.
- "Pro záchranu života je nutný systém" ("It takes a system to save a life"). [http://www.resuscitationacademy.com/] Systémy zdravotní péče zodpovědné za péči o pacienty se srdeční zástavou (např. poskytovatelé ZZS a kardiocentra) by měly svoje postupy pravidelně vyhodnocovat, aby mohly poskytovat péči na takové úrovni, která vede k nejlepším možným výsledkům přežití.

Etika resuscitace a rozhodování v otázkách o ukončení života

Doporučené postupy pro resuscitaci ERC 2015 obsahují detailní diskusi nad etickými principy ve vztahu ke kardiopulmonální resuscitaci.

MEZINÁRODNÍ KONSENZUS O VĚDECKÝCH POZNATCÍCH V RESUSCITAČNÍ MEDICÍNĚ

Mezinárodní výbor pro součinnost v resuscitaci ILCOR (International Liaison Committee on Resuscitation, www.ilcor.org) je tvořen zástupci několika nadnárodních organizací: American Heart Association (AHA), European Resuscitation Council (ERC), Heart and Stroke Foundation of Canada (HSFC), Australian and New Zealand Committee on Resuscitation (ANZCOR), Resuscitation Council of Southern Africa (RCSA), Inter-American Heart Foundation (IAHF) a Resuscitation Council of Asia (RCA). Odborníci z členských organizací ILCOR vyhodnocují od roku 2000 pravidelně v pětiletých intervalech nové vědecké poznatky o resuscitaci. Poslední konsensuální konference se konala v únoru 2015 v Dallasu a publikované závěry a doporučení z tohoto procesu jsou základem těchto Doporučených postupů ERC 2015.[14]

Kromě šesti pracovních skupin ILCOR existujících od roku 2010 (pro základní neodkladnou resuscitaci (BLS, basic life support), rozšířenou neodkladnou resuscitaci (ALS, advanced life support), akutní koronární syndromy (ACS, acute coronary syndromes), neodkladnou resuscitaci u dětí (PLS, paediatric life support), neodkladnou resuscitaci u novorozenců (NLS, neonatal life support), pro vzdělávání, implementaci a týmovou spolupráci (EIT, education, implementation and teams)) byla nově vytvořena pracovní skupina pro první pomoc. Úkolem jednotlivých skupin bylo definovat konkrétní témata vyžadující přehodnocení vědeckých poznatků a přizvat mezinárodní týmy odborníků k jejich přezkoumání. Podobně jako v roce 2010 byla používána přísná pravidla zabraňujicí potenciálnímu střetu zájmů.[14]

Ke zpracování každého z témat byli určeni dva expertní recenzenti, kteří provedli nezávislá hodnocení. Jejich práci napomáhal unikátní on-line systém SEERS (Scientific Evidence Evaluation and Review System), který za tímto účelem ILCOR nově vyvinul. Pro posouzení kvality evidence a síly doporučení používal ILCOR metodiku GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation).[15] Konsenzuální konference ILCOR 2015 se zúčastnilo 232 odborníků, kteří zastupovali 39 zemí (64 % účastníků bylo ze zemí mimo Spojené státy). Uvedené zastoupení garantuje, že je finální publikace opravdu výsledkem mezinárodního konsenzuálního procesu. Během tří let předcházejících této konferenci přezkoumávalo 250 recenzentů ze 39 zemí několik tisíc relevantních recenzovaných publikací, aby dokázali zodpovědět na 169 specifických otázek k resuscitaci, které byly připraveny ve standardním formátu PICO (Population, Intervention, Comparison, Outcome). Každé vědecké stanovisko shrnuje expertní analýzu vytvořenou na základě všech relevantních informací k danému tématu, k němuž příslušná pracovní skupina ILCOR navrhla konsenzuální léčebná doporučení. Konečné znění vědeckých stanovisek a léčebných doporučení bylo dokončeno po následném přezkoumání členskými organizacemi a redakční radou ILCOR, a poté publikováno jako Konsenzuální stanoviska a léčebná doporučení 2015 (Consensus on Science and Treatment Recommendations (CoSTR) v časopisech Resuscitation a Circulation.[16,17] Jednotlivé členské organizace ILCOR následně vydávají doporučené postupy pro resuscitaci, které jsou v souladu s dokumentem CoSTR, ale současně zohledňují geografické, ekonomické a systémové rozdíly v běžné praxi, dostupnosti zdravotnického vybavení a léků.

OD VĚDECKÝCH POZNATKŮ K DOPORUČENÝM POSTUPŮM

Doporučené postupy ERC 2015 jsou založeny na dokumentu CoSTR 2015 a představují konsenzus mezi členy Valného shromáždění ERC. Nově jsou v Doporučených postupech ERC 2015 zahrnuty pokyny pro poskytování první pomoci, připravené současně pracovní skupinou ILCOR, a doporučení pro poresuscitační péči. Pro každou kapitolu Doporučených postu-

pů ERC 2015 byla stanovena pracovní skupina, která připravila finální rukopis a shodla se na jeho znění před jeho odesláním ke schválení Valným shromážděním a Výborem ERC. V případě témat, která nepodléhala systematickému přehodnocení v rámci procesu ILCOR, provedla pracovní skupina ERC cílenou rešerši dostupné literatury. ERC se domnívá, že tyto nové doporučené postupy představují nejefektivnější a snadno naučitelný způsob léčby, který je založen na současných znalostech, vědeckých poznatcích a zkušenostech. Rozdíly v dostupnosti léků, vybavení a personálu existují také v rámci samotné Evropy, což může vyžadovat místní, regionální nebo národní modifikace těchto doporučení. Některá doporučení a postupy ERC z roku 2010 zůstávají v roce 2015 beze změny, buď proto, že od té doby nebyly publikovány žádné další studie, nebo že nové vědecké důkazy po roce 2010 potvrdily již známé skutečnosti.

ZÁKLADNÍ NEODKLADNÁ RESUSCITACE A AUTOMATIZOVANÁ EXTERNÍ DEFIBRILACE DOSPĚLÝCH

Kapitola Základní neodkladná resuscitace (BLS) a automatizovaná externí defibrilace (AED) obsahuje doporučení postupů používaných v průběhu úvodní resuscitace dospělých se srdeční zástavou. Obsažené postupy zahrnují základní neodkladnou resuscitaci (zprůchodnění dýchacích cest, podporu dýchání a krevního oběhu bez použití jakéhokoliv vybavení s výjimkou ochranných pomůcek) a použití AED. Navíc jsou zahrnuty jednoduché postupy pro léčbu obstrukce dýchacích cest cizím tělesem. Doporučení pro použití manuálních defibrilátorů a zahájení resuscitace v nemocnici naleznete v části ALS.[2] Kapitola obsahuje také základní informace o zotavovací poloze na boku, další informace k tomuto tématu naleznete v kapitole První pomoc.

Doporučení vycházejí z dokumentu ILCOR 2015 "Consensus on Science and Treatment Recommendations (CoSTR) for BLS/AED".[18] Organizace ILCOR se při přezkoumání problematiky zaměřila na 23 klíčových témat, ze kterých vzniklo 32 léčebných doporučení v oblastech rychlého přivolání pomoci a prevence, včasně a vysoce kvalitně prováděné KPR a časné defibrilace.

SRDEČNÍ ZÁSTAVA

Náhlá srdeční smrt je jednou z hlavních příčin úmrtí v Evropě. Při úvodní analýze srdečního rytmu je u 25–50 % postižených přítomna fibrilace komor (VF).[19–21] Pokud je ale srdeční rytmus zaznamenán krátce po kolapsu, např. při použití AED, podíl postižených s VF může být až 76 %.[22,23] Doporučenou léčbou srdeční zástavy na podkladě VF je okamžitá KPR zahájená svědky a časná defibrilace. Většina srdečních zástav nekardiálního původu je způsobena respirační příčinou, jako je tonutí (často u dětí) a asfyxie. Umělé dýchání má stejně jako stlačování hrudníku zásadní význam pro úspěšnou resuscitaci těchto postižených.

ŘETĚZEC PŘEŽITÍ

Řetězec přežití spojuje životně důležité články nutné pro úspěšnou resuscitaci (Obr. 1.2). Většinu článků tohoto řetězce je možné použít u pacientů s kardiální i asfyktickou zástavou.[13]

1: Rozpoznání závažných příznaků a přivolání pomoci

Rozpoznání kardiální příčiny bolesti na hrudi a přivolání zdravotnické záchranné služby (ZZS) před tím, než postižený zkolabuje, umožní co nejrychlejší příjezd ZZS, mnohdy dříve, než srdeční zástava vůbec nastane. Tento postup vede k nejlepším výsledkům přežití.[24–26]
Pokud již došlo ke vzniku srdeční zástavy, její včasné rozpoznání je rozhodující pro rychlé přivolání záchranné služby a okamžité zahájení KPR svědky takové příhody. Hlavními příznaky jsou **bezvědomí a nepřítomnost normálního dýchání.**

2: Okamžité zahájení KPR

Okamžité zahájení KPR může dvoj- až čtyřnásobně zvýšit šanci na přežití srdeční zástavy.[27–29] Pokud je to možné, měli by vyškolení zachránci provádět srdeční masáž v kombinaci s umělým dýcháním. Pokud není volající vyškolen v provádění KPR, měl by být operátorem zdravotnického operačního střediska instruován k provádění samotné nepřerušované srdeční masáže a provádět ji do příjezdu profesionální pomoci.[30–32]

3: Časná defibrilace

Defibrilace provedená do 3–5 min od kolapsu může zvýšit šanci na přežití až na 50–75 %. Tohoto výsledku lze dosáhnout za pomoci veřejně přístupných AED nebo AED v místě události.[21,23,33]

4: Časná rozšířená neodkladná resuscitace a standardizovaná poresuscitační péče

Rozšířená neodkladná resuscitace zahrnující zajištění dýchacích cest, aplikaci léků a léčbu reverzibilních příčin je nutná, pokud nejsou úvodní resuscitační postupy úspěšné.

NEZBYTNÁ SPOLUPRÁCE SVĚDKŮ ZÁSTAVY

Medián časového intervalu mezi tísňovým voláním a příjezdem záchranné služby je ve většině oblastí 5–8 minut[22,34–36] nebo 8–11 minut do provedení prvního defibrilačního výboje.[21,28] Během této doby závisí přežití postiženého na svědcích zástavy, kteří zahájí KPR a použijí automatizovaný externí defibrilátor (AED).[22,37]

ROZPOZNÁNÍ SRDEČNÍ ZÁSTAVY

Rozpoznání srdeční zástavy může být náročné. Svědci kolapsu i operátoři zdravotnických operačních středisek musí srdeční zástavu rychle rozpoznat, aby mohli aktivovat řetězec přežití. Bylo prokázáno, že kontrola pulzu na krční tepně (nebo na jakémkoliv jiném místě), není spolehlivou metodou potvrzení nebo vyloučení funkčního krevního oběhu.[38–42]
Lapavé dýchání se v prvních minutách po vzniku srdeční zástavy může vyskytovat u více než 40 % postižených. Pokud k lapavému dýchání od

Obr. 1.2 Řetězec přežití

počátku přistupujeme jako k příznaku srdeční zástavy, zvyšuje se šance na přežití.[43] Při nácviku základní neodkladné resuscitace by měl být význam lapavého dýchání zdůrazňován.[44,45] Každý postižený, který **nereaguje** a **nedýchá normálně**, musí být považován za člověka se srdeční zástavou, který potřebuje KPR. Svědci by měli pomýšlet na srdeční zástavu u každého s probíhajícím záchvatem křečí.[46,47]

VÝZNAM ZDRAVOTNICKÉHO OPERAČNÍHO STŘEDISKA

Rozpoznání srdeční zástavy operátorem tísňové linky

Každý postižený v bezvědomí s abnormálním dýcháním musí být považován za člověka se srdeční zástavou. Lapavé dechy se vyskytují často a volající je mohou chybně považovat za projev normálního dýchání.[48–57] Další vzdělávání operátorů tísňové linky, cíleně zaměřené na identifikaci a význam agonálního dýchání, může zlepšit rozpoznávání srdečních zástav, zvýšit počet telefonicky asistovaných neodkladných resuscitací (TANR)[55,57] a snížit počet nerozpoznaných případů srdeční zástavy.[52]
Pokud je důvodem tísňového volání křečový stav, operátor tísňové linky by měl pomýšlet na srdeční zástavu dokonce i v případě, když volající udává známou anamnézu epilepsie.[49,58]

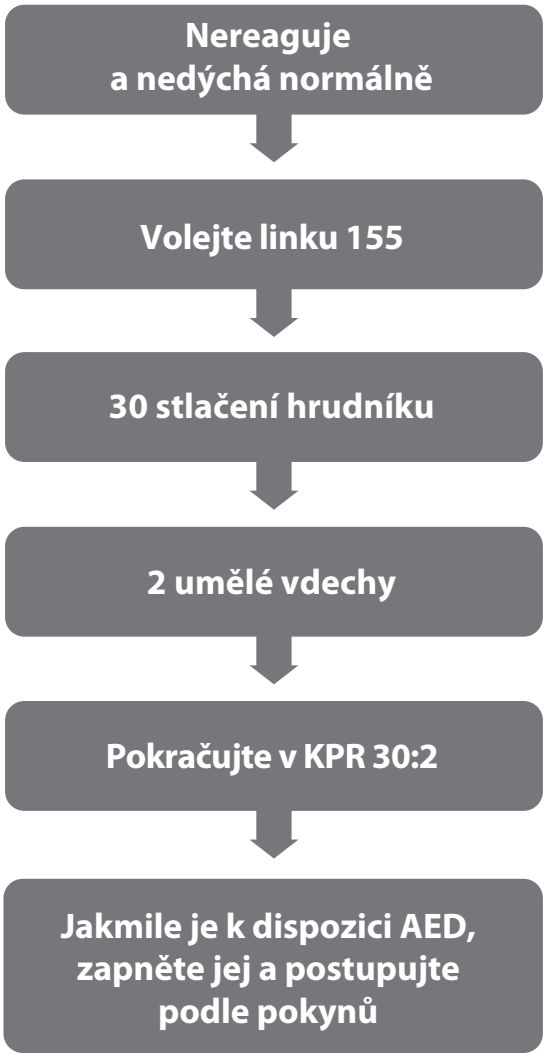
Telefonicky asistovaná neodkladná resuscitace

Počet KPR prováděných svědky zástavy je v řadě zemí nízký. Telefonicky asistovaná neodkladná resuscitace (TANR) zvyšuje počet zahájených KPR,[56,59–62] zkracuje čas do zahájení KPR,[57,59,62–64] zvyšuje počet provedených kompresí hrudníku[60] a zlepšuje výsledky léčby mimonemocniční zástavy oběhu ve všech věkových skupinách.[30–32,56,61,63,65] Operátoři by měli poskytovat TANR ve všech případech předpokládané srdeční zástavy s výjimkou situace, kdy vyškolený zachránce již KPR provádí. Operátor tísňové linky, který poskytuje TANR u dospělého pacienta, by měl volajícího instruovat pouze k provádění srdeční masáže. Pokud je postiženým dítě, měli by vést operátoři volajícího k provádění umělého dýchání i srdeční masáže.

ZÁKLADNÍ NEODKLADNÁ RESUSCITACE DOSPĚLÝCH

Obrázek 1.3 ukazuje krok po kroku detailní postup pro vyškolené zachránce. Nadále je zdůrazňován význam zajištění bezpečnosti zachránce, postiženého i ostatních kolemjdoucích. Přivolání někoho dalšího na pomoc (pokud je zapotřebí) je zahrnuto do dalšího kroku, při kterém je volána záchranná služba. Pro snazší pochopení je algoritmus koncipován jako sled jednotlivých úkonů po sobě. Úvodní kroky zahrnující kontrolu vědomí, zprůchodnění dýchacích cest, kontrolu dýchání a volání na tísňovou linku mohou být prováděny současně nebo v rychlém sledu za sebou. Zachránci, kteří nejsou vycvičeni v rozpoznávání srdeční zástavy a přesto musí poskytnout KPR, nebudou zpravidla o obsahu těchto doporučení vědět. Z tohoto důvodu budou vyžadovat podporu operátora od prvního okamžiku, kdy se dovolají na tísňovou linku 155, event. 112.

Obr. 1.3 Algoritmus základní neodkladné resuscitace s použitím automatizovaného externího defibrilátoru



Obr. 1.4 Praktický postup při srdeční zástavě u dospělého pro vyškolené zachránce

POSTUP		Technika provedení
BEZPEČNOST **Přesvědčte se, zda vám ani postiženému nehrozí žádné nebezpečí**		
VĚDOMÍ **Zkontrolujte, zda postižený reaguje**		Jemně zatřeste jeho rameny a hlasitě jej oslovte: "Jste v pořádku?" Pokud postižený reaguje a nehrozí mu žádné další nebezpečí, ponechte jej v poloze, ve které se nachází. Zkuste zjistit jeho potíže a zajistěte pro něj nezbytnou pomoc. Opakovaně kontrolujte jeho zdravotní stav.

DÝCHACÍ CESTY

Zprůchodněte dýchací cesty

Pokud je to nutné, přetočte postiženého na záda.
Položte vaší ruku na čelo postiženého a jemně mu zakloňte hlavu. Pomocí prstů vaší druhé ruky, které položíte pod špičku brady, vytahujte jeho bradu vzhůru. Tímto manévrem zprůchodníte dýchací cesty.

DÝCHÁNÍ

Ověřte pohledem, poslechem a vnímáním dechu, zda postižený normálně dýchá

Několik prvních minut po vzniku srdeční zástavy může přetrvávat zbytkové dýchání nebo se mohou objevovat ojedinělé, pomalé nebo hlasité lapavé nádechy.
Nikdy takové dýchání nezaměňte s normálním dýcháním.
Po dobu **maximálně 10 sekund** ověřujte současným pohledem na hrudník, poslechem a vnímáním vydechovaného proudu vzduchu na své tváři, zda postižený normálně dýchá.
Při jakýchkoliv pochybnostech, zda je dýchání normální nebo není, postupujte jako kdyby nebylo a připravte se k zahájení KPR.

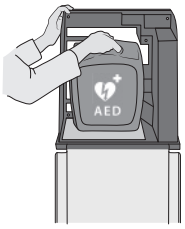
NEREAGUJE A NEDÝCHÁ NORMÁLNĚ

Přivolejte záchrannou službu

Pokud je v blízkosti někdo další, požádejte jej o přivolání záchranné služby (155, event. 112), jinak pomoc přivolejte sami.
Pokud je to možné, zůstaňte během hovoru přímo u postiženého.
Pro lepší komunikaci s operátorem tísňové linky aktivujte na telefonu funkci hlasitého odposlechu.

POŠLETE PRO AED

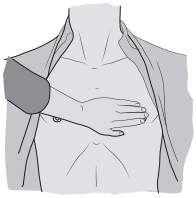
Pošlete někoho pro AED



Pošlete někoho, aby vyhledal a přinesl AED (pokud je přístroj k dispozici).
Pokud není nablízku nikdo další, neopouštějte pacienta a zahajte KPR.

KREVNÍ OBĚH

Zahajte srdeční masáž



Klekněte si zboku vedle postiženého.
Položte zápěstní část dlaně vaší ruky na střed hrudníku postiženého (místo odpovídá dolní polovině hrudní kosti).

Na hřbet první ruky přiložte shora dlaň vaší druhé ruky.
Propleťte svoje prsty a ověřte, zda netlačíte na žebra postiženého.
Propněte svoje horní končetiny v loktech.
Netlačte na horní část břicha, ani dolní okraj hrudní kosti.

Úplně se nahněte nad hrudník postiženého tak, aby vaše horní končetiny směřovaly kolmo dolů. Stlačte hrudní kost do hloubky přibližně 5 cm (nikoliv více než 6 cm).
Po každém stlačení tlak rukou úplně uvolněte, ale neztrácejte kontakt s hrudníkem.
Opakujte stlačování hrudníku frekvencí 100–120 stlačení za minutu.

POKUD JSTE VYŠKOLENÍ A MŮŽETE PROVÁDĚT UMĚLÉ DÝCHÁNÍ

Střídejte srdeční masáž s umělým dýcháním

Po provedení 30 stlačení hrudníku znovu zprůchodněte dýchací cesty záklonem hlavy a vytažením brady vzhůru.
Palcem a ukazováčkem vaší ruky položené na čele stiskněte měkkou část nosu a uzavřete nosní dírky. Ponechte ústa postiženého pootevřená, ale stále vytahujte jeho bradu vzhůru.
Běžným způsobem se nadechněte, obemkněte svými rty ústa postiženého a pevně je přitiskněte. Vdechujte plynule do úst postiženého po dobu asi jedné sekundy, jako když běžně dýcháte. Současně sledujte, zda se jeho hrudník zvedá. V takovém případě byl váš umělý vdech účinný.
Při stálém udržování hlavy v záklonu a vytahování brady vzhůru, oddalte svoje ústa a sledujte pokles hrudníku během vydechnutí. Znovu se normálně nadechněte a umělý vdech zopakujte, aby byly provedeny celkem dva umělé vdechy po sobě. K provedení dvou vdechů nepřerušujte srdeční masáž na dobu delší než 10 sekund. Poté okamžitě vraťte ruce na správné místo na hrudníku a proveďte dalších 30 stlačení.
Pokračujte ve střídání srdeční masáže a umělých vdechů v poměru 30:2.

POKUD NEJSTE VYŠKOLENÍ NEBO NEMŮŽETE PROVÁDĚT UMĚLÉ DÝCHÁNÍ

Pokračujte pouze v srdeční masáži

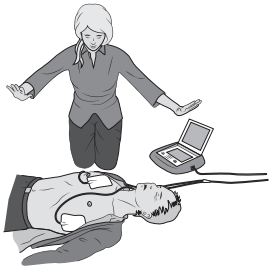
Provádějte samotnou srdeční masáž (nepřerušované stlačování hrudníku frekvencí 100–120 stlačení za minutu).

AED JE K DISPOZICI

Zapněte AED a připojte defibrilační elektrody

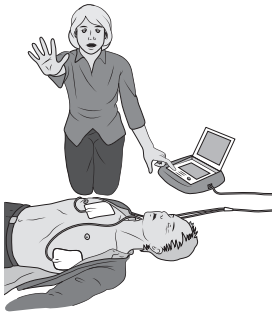
Okamžitě po přinesení AED proveďte následující úkony:
Zapněte AED a defibrilační elektrody nalepte na odhalený hrudník postiženého.
Pokud je na místě více zachránců, nepřerušujte KPR během nalepování defibrilačních elektrod.

Postupujte podle pokynů hlasové nebo vizuální nápovědy



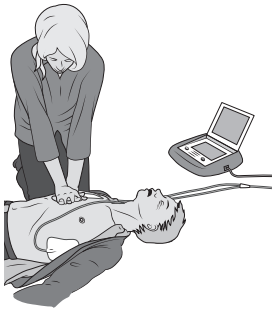
Ujistěte se, že se během analýzy srdečního rytmu nikdo postiženého nedotýká.

Pokud je výboj doporučen, podejte výboj



Zajistěte, aby se nikdo postiženého nedotýkal.
Na základě pokynu přístroje stiskněte tlačítko „Výboj" (plně automatické AED podají výboj zcela automaticky).
Okamžitě zahajte KPR v poměru 30:2.
Pokračujte podle pokynů hlasové nebo vizuální nápovědy.

Pokud není výboj doporučen, pokračujte v KPR



Okamžitě pokračujte v KPR. Postupujte podle pokynů hlasové nebo vizuální nápovědy.

PŘI NEDOSTUPNOSTI AED POKRAČUJTE V KPR

Pokračujte v KPR

Nepřerušujte resuscitaci dokud:
- vám zdravotnický personál nedá pokyn k jejímu ukončení,
- se postižený nezačne skutečně probouzet, hýbat, otevírat oči a normálně dýchat,
- nebudete vyčerpáni.

POKUD NEREAGUJE, ALE NORMÁLNĚ DÝCHÁ

Pokud jste si jistí, že postižený normálně dýchá, ale přesto nereaguje, otočte jej na bok do zotavovací polohy (viz kapitola První pomoc)

Samotným prováděním KPR dojde k obnovení srdeční činnosti velmi výjimečně.
Pokud si nejste zcela jistí, zda došlo k obnovení srdeční činnosti, pokračujte v provádění KPR.
Příznaky obnovení srdeční činnosti jsou:
- probouzení se,
- spontánní pohyb,
- otevírání očí,
- normální dýchání.

Stále buďte připraveni znovu zahájit KPR, pokud by se stav postiženého zhoršil.

Zprůchodnění dýchacích cest a kontrola dýchání

Vycvičený zachránce by měl rychle zhodnotit stav postiženého a určit, zda reaguje a normálně dýchá. Zprůchodněte dýchací cesty záklonem hlavy a zvednutím brady vzhůru, zatímco zjišťujete, zda osoba normálně dýchá.

Přivolání záchranné služby

Linka 112 je jednotným evropským číslem tísňového volání, které lze bezplatně použít kdekoliv na území Evropské unie. Prostřednictvím linky 112 je možné přivolat zdravotnickou záchrannou službu (ZZS), hasiče nebo policii.

Časné volání na tísňovou linku 155 (národní číslo ZZS v České republice) usnadňuje operátorem asistované rozpoznání srdeční zástavy, telefonicky asistovanou neodkladnou resuscitaci, vyslání posádky ZZS, event. „first respondera", určení polohy nejblíže dostupného AED a jeho případné vyslání k postiženému.[66–69]

Zahájení srdeční masáže

Dospělí, kteří vyžadují KPR, mají s vysokou pravděpodobností srdeční zástavu z kardiální příčiny. Krátce po vzniku srdeční zástavy zůstává po dobu několika minut krev v plicích a arteriálním řečišti okysličená. Pro zdůraznění vysoké priority srdeční masáže je doporučeno zahájit KPR kompresemi hrudníku spíše než úvodními umělými vdechy.

Pokud provádíte manuální srdeční masáž:

1. Stlačujte střed hrudníku postiženého.
2. U dospělých průměrného vzrůstu stlačujte hrudník do hloubky přibližně 5 cm, nikoliv však více než 6 cm.
3. Stlačujte hrudník frekvencí 100–120 stlačení za minutu s co možná nejmenším přerušováním srdeční masáže.
4. Po každém stlačení tlak rukou na hrudník úplně uvolněte; o hrudník postiženého se neopírejte.

Poloha rukou

Experimentální studie dokazují vyšší hemodynamickou účinnost, pokud jsou komprese hrudníku prováděny na dolní polovině hrudní kosti.[70–72] Vyhledávání tohoto místa je doporučeno vyučovat zjednodušeným způsobem, např.: "Položte zápěstní část dlaně jedné ruky na střed hrudníku postiženého a shora přiložte vaší druhou ruku". Tento pokyn by měl být doprovázen názornou ukázkou umístění rukou na dolní polovině hrudní kosti.[73,74]

Nejjednodušší je provádět srdeční masáž jedním zachráncem, pokud klečí vedle postiženého zboku, což usnadňuje jeho pohyb při střídání srdeční masáže a umělého dýchání s minimálními přestávkami. Resuscitace přes hlavu v případě jednoho zachránce nebo resuscitace obkročmo v případě dvou zachránců je alternativou v případech, kdy není možné provádět resuscitaci z boku pacienta (např. když je pacient v těsném prostoru).[75,76]

Hloubka kompresí

Závěry čtyř nedávno publikovaných studií ukazují, že hloubka kompresí hrudníku v rozmezí 4,5–5,5 cm vede při manuální KPR u dospělých k lepším výsledkům, než komprese prováděné jinak hluboko.[77–80] Jedna z těchto studií udává, že hloubka stlačení 46 mm byla spojena s nejlepšími výsledky přežití.[79] ERC podporuje doporučení ILCOR, které u dospělých průměrného vzrůstu považuje za racionální cílovou hloubku kompresí hrudníku **přibližně 5 cm**, nikoliv však více než 6 cm.[81]

Frekvence kompresí

Dvě studie prokázaly vyšší přežívání pacientů při stlačování hrudníku frekvencí 100–120 za minutu. Příliš rychlé stlačování hrudníku bylo spojeno s klesající hloubkou kompresí.[82,83] ERC proto doporučuje, aby byly komprese hrudníku prováděny frekvencí 100–120 za minutu.

Minimalizování přestávek v srdeční masáži

Pauzy před a po podání defibrilačního výboje kratší než 10 sekund a podíl doby provádění srdeční masáže vyšší než 60 % jsou spojeny s lepšími výsledky přežití.[84–88] Přestávky během srdeční masáže by měly být zkráceny na minimum.

Pevná podložka

KPR by měla být prováděna na pevné podložce, kdykoliv je to možné. Vzduchem naplněné matrace by měly být vždy během KPR vypuštěny.[89] Neexistují prokázané výhody používání zádových desek (backboardů).[90–94] Pokud je backboard používán, vyvarujte se přerušení srdeční masáže nebo rozpojení žilních a jiných vstupů při podkládání pacienta.

Uvolňování hrudníku

Úplné uvolnění tlaku na hrudník po každé kompresi zlepšuje žilní návrat a může zlepšit účinnost KPR.[95–98] Zachránci by se proto měli vyvarovat opírání o hrudník v době po každé kompresi.

Pracovní cyklus

Existuje velmi málo evidence pro doporučení specifického pracovního cyklu, stejně tak je nedostatek nových důkazů pro změnu dosavadního 50% poměru komprese a dekomprese.

Pomůcky pro poskytování zpětné vazby

Žádná studie posuzující pomůcky pro poskytování zpětné vazby nebo nápovědy neprokázala přínos těchto zařízení na přežití srdeční zástavy do propuštění z nemocnice.[99] Používání pomůcek se zpětnou vazbou nebo nápovědou by mělo být během KPR zvažováno pouze v případě, pokud se jedná o součást širšího systému řízení kvality KPR,[99,100] nikoliv jen sledování jedné intervence.

Umělé dýchání

Při provádění KPR u dospělých je doporučeno používat dechové objemy přibližně 500–600 ml (6–7 ml/kg). Prakticky se jedná o objem, který způsobí viditelné zvednutí hrudní stěnu.[101] Zachránci by se měli snažit provádět vdech po dobu asi jedné sekundy takovým množstvím vzduchu, který způsobí zvednutí hrudní stěny postiženého. Vyvarujte se rychlých nebo prudkých vdechů. Doba nutná k provedení dvou umělých vdechů by neměla překročit 10 sekund.[102]

Poměr kompresí hrudníku a umělých vdechů

Doporučené postupy pro resuscitaci ERC 2010 stanovily poměr kompresí hrudníku a umělých vdechů 30:2, pokud je resuscitace dospělého prováděna jedním zachráncem. Několik observačních studií potvrdilo mírné zlepšení výsledků přežití po implementaci změny doporučení poměru z 15:2 na 30:2.[103–106] ERC proto nadále doporučuje poměr kompresí hrudníku a umělých vdechů 30:2.

Resuscitace bez umělého dýchání

Observační studie, většinou hodnocené jako studie s velmi nízkou kvalitou evidence, naznačily, že provádění samotné srdeční masáže je u dospělých pacientů s předpokládanou kardiální příčinou srdeční zástavy srovnatelnou alternativou resuscitace prováděné střídáním kompresí hrudníku a umělých vdechů.[27,107–118] Není však dostatečná jistota, zda lze považovat srdeční masáž bez dýchání a standardní KPR za ekvivalentní postupy, a proto není dosavadní praxe nijak změněna. ERC podporuje doporučení ILCOR, že by všichni zachránci měli provádět srdeční masáž u všech pacientů se srdeční zástavou. Vyškolení zachránci, kteří mohou provádět umělé dýchání, by měli střídat stlačování hrudníku s umělým dýcháním, což může být přínosem při resuscitaci dětí a pacientů s asfyktickou srdeční zástavou[111,119,120] nebo pokud je dojezdový čas ZZS delší.[115]

POUŽITÍ AUTOMATIZOVANÉHO EXTERNÍHO DEFIBRILÁTORU

AED jsou bezpečné a účinné přístroje i při použití laickými zachránci s minimálním nebo žádným výcvikem.[121] AED často umožňují provedení defibrilace několik minut před příjezdem profesionální pomoci. Během nalepování elektrod a ovládání AED by měli zachránci pokračovat v provádění KPR s minimálním přerušováním kompresí. Zachránci by se měli snažit okamžitě postupovat podle příkazů hlasové nápovědy, zejména pokračovat v KPR jakmile jsou k tomu vyzváni, a minimalizovat přerušování srdeční masáže. Standardní AED je možné použít u dětí starších 8 let.[122–124] U dětí ve věku mezi 1 až 8 roky použijte dětské defibrilační elektrody a pokud je to možné, rovněž AED vybavené možností snížení energie nebo dětským režimem.

KPR před defibrilací
Pokračujte v KPR, dokud není defibrilátor nebo AED přinesen na místo a napojen na pacienta, ale pak by se podání výboje nemělo déle oddalovat.

Doba mezi kontrolami srdečního rytmu
Přerušte srdeční masáž a zkontrolujte srdeční rytmus každé dvě minuty.

Hlasová nápověda
Je velmi důležité, aby zachránci sledovali hlasové instrukce a ihned se jimi řídili. Hlasové instrukce jsou obvykle programovatelné. Je doporučeno, aby sekvence výbojů a jejich načasování bylo nastaveno v souladu s doporučeními uvedenými výše. Přístroje vybavené měřením kvality KPR mohou navíc podávat okamžitou zpětnou vazbu v podobě upřesňujících hlasových nebo vizuálních instrukcí.
V praxi jsou AED obvykle používány vyškolenými zachránci. V těchto případech by měla být hlasová nápověda AED nastavena na poměr kompresí hrudníku a umělých vdechů 30:2. Pokud jsou výjimečně AED umístěny na místech, kde je malá pravděpodobnost výskytu proškolených zachránců, může jejich majitel nebo distributor nastavit nápovědu na provádění samotné srdeční masáže bez dýchání.

Programy veřejně přístupných AED
Umísťování AED na místa s předpokládaným výskytem srdeční zástavy jeden případ za 5 let je považováno za ekonomicky efektivní a srovnatelné s jinými léčebnými intervencemi.[125–127] Registrace veřejně dostupných AED na operačním středisku ZZS tak, aby operátoři tísňové linky mohli zachránce navést k nejbližšímu přístroji, rovněž přispívá k optimalizaci poskytované péče.[128] Využitelnost AED pro srdeční zástavy v domácnostech je velmi limitována.[129] Procento pacientů s fibrilací komor je v domácím prostředí nižší než na veřejnosti, ačkoliv absolutní počet potenciálně zachranitelných pacientů je v domácnostech vyšší.[129] Programy veřejně přístupných AED se málokdy týkají pacientů v domácnostech.[130] Aktivace laických poskytovatelů KPR, kteří se nacházejí blízko pacienta a jsou navigováni k nejbližšímu AED, může zlepšit míru poskytování laické KPR[33] a zkrátit čas do podání defibrilačního výboje.[37]

Piktogram k označení AED
Organizace ILCOR navrhla jednoduchý a srozumitelný piktogram, který by měl být celosvětově rozpoznatelný a využívaný k označení míst vybavených AED.[131]

Použití AED v nemocnici
Nebyly publikovány žádné randomizované studie srovnávající použití AED a manuálních defibrilátorů v nemocnici. Tři observační studie neprokázaly žádné zlepšení přežívání dospělých pacientů s náhlou zástavou oběhu v nemocnici při porovnání použití AED nebo manuálního defibrilátoru.[132–134] Další velká observační studie prokázala, že použití AED v nemocnici bylo spojeno s horšími výsledky přežití do propuštění z nemocnice ve srovnání s nepoužitím AED.[135] Tyto studie naznačují, že použití AED v nemocnici může způsobit nežádoucí prodlevu do zahájení resuscitace nebo zbytečné přerušování kompresí u pacientů s nedefibrilovatelným rytmem.[136] AED doporučujeme používat v těch částech nemocnice, kde existuje riziko dlouhé prodlevy do defibrilace[137], protože resuscitačnímu týmu bude trvat několik minut, než se dostane k pacientovi a zdravotníci na místě nejsou kompetentní k použití manuálního defibrilátoru. Cílem časné defibrilace je podat výboj do 3 minut od kolapsu pacienta. V těch částech nemocnice, kde je vyškolený personál s manuálním defibrilátorem ihned dostupný, je preferováno použití manuálního defibrilátoru před AED. Nemocnice by měly sledovat časové intervaly mezi kolapsem a podáním prvního výboje, a vyhodnocovat výsledky resuscitací.

Rizika pro zachránce a resuscitované pacienty
Resuscitace zahájená u postižených, kteří nemají srdeční zástavu, způsobuje zcela vzácně vážnější újmu na zdraví. Zachránci by proto neměli váhat se zahájením KPR z důvodu obavy z možného poškození postiženého.

OBSTRUKCE DÝCHACÍCH CEST CIZÍM TĚLESEM (DUŠENÍ)
Obstrukce dýchacích cest cizím tělesem je málo častou, ale potenciálně odvratitelnou příčinou náhodné smrti.[138] Protože jsou na začátku příhody postižení při vědomí a reagují, často je příležitost využít život zachraňující postupy.

Rozpoznání
K obstrukci dýchacích cest cizím tělesem dochází nejčastěji při jídle nebo pití. Obr. 1.5 ukazuje algoritmus léčby obstrukce dýchacích cest cizím tělesem u dospělých. Cizí tělesa mohou způsobit nezávažnou nebo závažnou obstrukci dýchacích cest. Pacienta při vědomí se zeptejte: "Dusíte se?". Pokud je postižený schopen mluvit, kašlat a dýchat, má nezávažnou obstrukci. Postižený, který není schopen mluvit, kašlat, má potíže s dýcháním nebo není schopen se nadechnout, má závažnou obstrukci dýchacích cest.

Obr. 1.5 Praktický postup při obstrukci dýchacích cest cizím tělesem u dospělého

POSTUP	Technika provedení
PRAVDĚPODOBNÉ DUŠENÍ **Všímejte si příznaků dušení, zejména při jídle**	
VYZVĚTE KE KAŠLI **Vyzvěte postiženého ke kašli**	

ÚDERY MEZI LOPATKY

Pokud přestane být kašel účinný, proveďte až 5 úderů mezi lopatky

Pokud má postižený příznaky závažné obstrukce dýchacích cest a je při vědomí, proveďte až 5 úderů mezi lopatky.
Postavte se k postiženému ze strany a mírně zezadu.
Podepřete jednou rukou hrudník postiženého a předkloňte jej dopředu tak, aby se uvolněné cizí těleso dostalo ven ústy, nikoliv posunulo hlouběji do dýchacích cest. Pět rázných úderů mezi lopatky proveďte zápěstní hranou dlaně vaší druhé ruky.

STLAČOVÁNÍ NADBŘIŠKU

Pokud údery mezi lopatky nejsou účinné, proveďte až 5 stlačení nadbřišku

Pokud se překážka v dýchacích cestách neodstraní provedením pěti úderů mezi lopatky, proveďte až pět stlačení nadbřišku následujícím způsobem:
Postavte se k postiženému zezadu a oběma rukama obemkněte jeho horní část břicha. Postiženého předkloňte směrem vpřed.
Jednu svoji ruku zatněte v pěst a položte ji mezi pupek a dolní okraj hrudního koše. Uchopte ruku sevřenou v pěst svojí druhou rukou a prudce ji přitahujte směrem k sobě a nahoru. Zopakujte celkem až pět stlačení nadbřišku. Pokud se překážku stále nepodařilo uvolnit, pokračujte ve střídání pěti úderů mezi lopatky s pěti stlačeními nadbřišku.

ZAHAJTE KPR

Jakmile postižený ztratí vědomí, zahajte KPR

Pokud postižený v jakémkoliv okamžiku ztratí vědomí:
- opatrně jej podepřete a položte na zem,
- okamžitě přivolejte záchrannou službu,
- zahajte KPR stlačováním hrudníku.

Léčba nezávažné obstrukce dýchacích cest

Vyzývejte postiženého ke kašli, protože kašlání vytváří vysoký a setrvalý tlak v dýchacích cestách, kterým lze cizí těleso vypudit.

Léčba závažné obstrukce dýchacích cest

U dospělých a dětí nad jeden rok věku se závažnou obstrukcí dýchacích cest cizím tělesem, kteří jsou při vědomí, kazuistiky prokázaly účinnost úderů mezi lopatky, rázných stlačení nadbřišku a rázných stlačení hrudníku.[139] Pravděpodobnost úspěchu se zvyšuje při střídání úderů do zad a rázných stlačení nadbřišku nebo hrudníku.[139]

Léčba obstrukce dýchacích cest u osob v bezvědomí

Randomizovaná studie na tělech zemřelých[140] a dvě prospektivní studie na dobrovolnících uvedených do anestezie[141,142] prokázaly, že lze dosáhnout vyššího tlaku v dýchacích cestách rázným stlačováním hrudníku ve srovnání s ráznými stlačeními nadbřišku. Komprese hrudníku by proto měly být zahájeny okamžitě, jakmile postižený přestane reagovat nebo ztratí vědomí. Po 30 kompresích hrudníku se pokuste o dva umělé vdechy a pokračujte v KPR, dokud se postižený nezotaví a nezačne normálně dýchat.
Postižený s přetrvávajícím kašlem, obtížemi při polykání nebo pocitem cizího tělesa v krku by měl vyhledat lékařské ošetření. Rázná stlačení nadbřišku a komprese hrudníku mohou způsobit vnitřní zranění. Všechny osoby léčené úspěšně těmito technikami by měly být následně vyšetřeny k vyloučení možných poranění.

RESUSCITACE DĚTÍ A TONOUCÍCH

Mnoho dětí není vůbec resuscitováno z obavy zachránců, že nejsou pro resuscitaci dětí vyškoleni. Tento strach je neopodstatněný: je daleko lepší při resuscitaci dítěte použít postup určený pro dospělé, než nedělat nic. Pro snažší naučení a zapamatování by laici měli být informováni, že postupy pro dospělé lze použít i pro děti, které nereagují a nedýchají normálně.
U dětí je nejlepší použít postup pro dospělé s následujícími drobnými úpravami:
- Před zahájením srdeční masáže proveďte 5 úvodních umělých vdechů.
- Pokud jste výjimečně na místě sami, provádějte KPR po dobu jedné minuty než půjdete přivolat pomoc.
- Stlačujte hrudník do hloubky nejméně jedné třetiny jeho předozadního průměru, u dětí do 1 roku použijte 2 prsty, u dětí nad 1 rok použijte jednu nebo obě ruce, abyste docílili dostatečnou hloubku kompresí.

Stejná modifikace zahrnující 5 úvodních umělých vdechů a jednu minutu KPR prováděné samotným zachráncem před přivoláním profesionální pomoci může vést k lepším výsledkům přežití srdeční zástavy po tonutí. Takto upravený postup by se měl vyučovat pouze u zachránců, kteří mají povinnost poskytnout pomoc tonoucím v rámci svého povolání (např. plavčíci).

ROZŠÍŘENÁ NEODKLADNÁ RESUSCITACE DOSPĚLÝCH

Doporučení pro prevenci srdeční zástavy v nemocnici

Včasné rozpoznání zhoršujícího se stavu pacienta a prevence srdeční zástavy je prvním článkem řetězce přežití.[13] Při vzniku zástavy oběhu v nemocnici přežije do propuštění domů pouze 20 % pacientů.[143,144] Nemocnice by měly mít zavedený funkční systém péče, který zahrnuje: (a) vzdělávání zaměstnanců zaměřené na rozpoznání příznaků zhoršujícího se stavu pacienta a pochopení potřeby rychlé reakce při progresi onemocnění, (b) sledování vitálních funkcí pacientů v přiměřeném rozsahu a intervalech, (c) vypracováné jasné pokyny, které pomohou personálu při časné detekci zhoršení stavu nemocného (např. použití tzv. volacích kritérií (calling criteria) nebo časných varovných známek zhoršení stavu), (d) jasný a jednotný způsob přivolání pomoci, a (e) vhodnou a včasnou reakci na volání o pomoc.[145]

Prevence náhlé srdeční smrti mimo nemocnici

Většina obětí náhlé srdeční smrti má anamnézu ischemické choroby srdeční a varovných příznaků, nejčastěji bolesti na hrudi, během jedné hodiny před vznikem srdeční zástavy.[146] Zdánlivě zdravé děti a mladí lidé, u kterých dojde k náhlé srdeční smrti, mohou mít rovněž příznaky nebo symptomy (např. synkopu, presynkopu, bolest na hrudi, palpitace), které by měly zdravotníky přimět k zajištění specializované péče s cílem předejít srdeční zástavě.[147–151] V různých zemích fungují rozličné screenigové programy pro sportovce.[152,153] Identifikace jednotlivců s dědičnými predispozicemi a screening rodinných příslušníků může pomoci předejít úmrtí mladých lidí s vrozenými srdečními vadami.[154–156]

Resuscitace v přednemocniční neodkladné péči

KPR versus defibrilace při mimonemocniční zástavě oběhu

Personál zdravotnické záchranné služby (ZZS) by měl provádět vysoce kvalitní resuscitaci během přípravy, napojení a nabíjení defibrilátoru. Defibrilace by se neměla odkládat na dobu delší než která je nezbytná pro přípravu defibrilátoru a jeho nabití.

Pravidla pro ukončení resuscitace

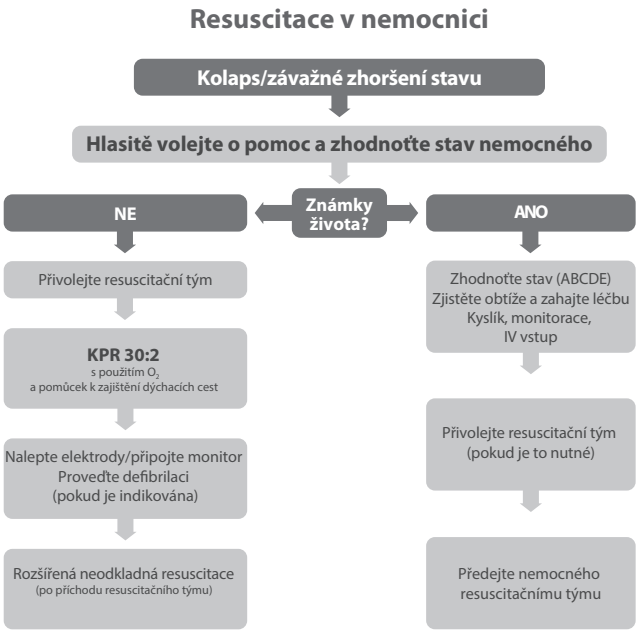
Pravidlo pro ukončení základní neodkladné resuscitace dovoluje predikovat úmrtí zdravotnickým záchranářům, kteří používají defibrilátor.[157] Pravidlo doporučuje ukončit resuscitaci v případě, že nedojde k obnovení spontánního oběhu, nebyla indikována defibrilace a pracovníci ZZS nebyli svědky vzniku zástavy oběhu. Několik studií potvrdilo možnost zobecnění tohoto pravidla.[158–164] Novější studie pak prokázaly, že ZZS poskytující rozšířenou neodkladnou resuscitaci mohou toto pravidlo ze základní neodkladné resuscitace převzít a rovněž jej používat. Proto se změnil jeho název na „univerzální" pravidlo pro ukončení resuscitace.[159,165,166]

Resuscitace v nemocnici

Při srdeční zástavě v nemocnici je předěl mezi základní a neodkladnou resuscitací pouze arbitrární; v praxi je resuscitace navazující proces založený na racionálním přístupu. Algoritmus pro iniciální léčbu srdeční zástavy v nemocnici je na obrázku 1.6.

- Zajistěte bezpečnost zachránců.
- Zkolabuje-li pacient v přítomnosti zdravotnického personálu nebo je-li nalezen na klinickém pracovišti bez známek života, měli bychom nejprve přivolat pomoc (např. pohotovostním zvonkem, zavoláním) a poté zjistit, jestli reaguje. Jemně zatřeseme jeho rameny a hlasitě se zeptáme: „Jste v pořádku?".
- Pokud jsou poblíž další zaměstnanci, mohou být tyto činnosti prováděny souběžně.

Obr. 1.6 Algoritmus resuscitace v nemocnici
ABCDE – A dýchací cesty, B dýchání, C krevní oběh, D stav vědomí, E celkové vyšetření; IV – nitrožilní; KPR – kardiopulmonální resuscitace.



Pacient, který reaguje

Nemocného, který reaguje, je nutné rychle vyšetřit lékařem. V závislosti na místních zvyklostech je nejčastěji volán resuscitační tým (tzv. Medical Emergency Team, tým rychlé reakce apod.). Během čekání na příchod tohoto týmu podejte kyslík, připojte nemocného na monitor a zajistěte žilní vstup.

Pacient, který nereaguje

Přesný postup bude záviset na úrovni proškolení personálu a jeho zkušenostech s posuzováním dýchání a krevního oběhu. Je zjištěno, že ani vyškolený zdravotnický personál nevyhodnocuje dýchání a přítomnost pulzu s dostatečnou spolehlivostí pro potvrzení srdeční zástavy.[39,40,42,44,167–172] Lapavé agonální dýchání (občasné lapavé nadechnutí nebo pomalé, obtížné nebo hlasité dýchání) je v časných fázích srdeční zástavy časté a je typickou známkou srdeční zástavy. Nikdy by nemělo dojít k jeho záměně za normální dýchání.[43,53,54,56] Lapavé dýchání se může též objevovat v průběhu srdeční masáže, kdy se zlepšuje mozková perfuze. Nejedná se ale o známku obnovení účinného oběhu. Srdeční zástava může vyvolat počáteční krátké epizody křečové aktivity, které mohou být zaměněny s epilepsií.[46,47] Změny barvy kůže, a to zejména bledost a promodrání spojené s cyanózou, nemohou být používány k diagnostice srdeční zástavy.[46]

- Volejte o pomoc (pokud již neprovedeno).
- Otočte postiženého na záda.
- Zprůchodněte dýchací cesty a zkontrolujte dýchání:
  - Zajistěte průchodnost dýchacích cest záklonem hlavy a zvednutím brady vzhůru.
  - Při udržování průchodných dýchacích cest zjistěte pohledem, poslechem a vnímáním dechu, zda postižený normálně dýchá (náhodné lapavé nádechy nebo pomalé, obtížné či hlasité dýchání nelze považovat za normální dýchání):
    - pozorujte pohyby hrudníku,
    - poslouchejte dýchání u úst postiženého,
    - přiložením tváře před ústa postiženého vnímejte proud vydechovaného vzduchu.
  - Pohledem, poslechem a pocitem vyšetřujte přítomnost normálního dýchaní po dobu maximálně 10 sekund.
  - Zkontrolujte známky funkčního oběhu:
    - Ověřit s jistotou přítomnost hmatného tepu může být obtížné. Pokud pacient nejeví žádné známky života (vědomí, spontánní pohyb, normální dýchání nebo kašel), nebo pokud máte pochybnosti, zahajte okamžitě KPR. Pokračujte, dokud nedorazí kvalifikovaná pomoc nebo do doby než se objeví známky života.
    - Provádění srdeční masáže pacienty s funkčním oběhem pravděpodobně nijak nepoškodí.[173] Naopak, opožděná diagnostika a prodleva v zahájení resuscitace u osob se srdeční zástavou ohrožuje jejich přežití, čehož je třeba se vyvarovat.
    - Palpaci tepu na velkých tepnách by měli provádět pouze zkušení zachránci za současného pátrání po známkách života a toto rychlé vyšetření nesmí trvat déle než 10 sekund. Při jakýchkoliv pochybách o diagnóze zástavy oběhu musí být zahájena KPR.
- Pokud jsou přítomné známky života, je nutné rychlé vyšetření lékařem. V závislosti na místních podmínkách může být vyšetření provedeno resuscitačním týmem. Do doby než se tým dostaví na místo, podejte kyslík, napojte nemocného na monitor a zajistěte žilní vstup. Pokud lze spolehlivě monitorovat saturaci hemoglobinu kyslíkem v arteriální krvi (např. pulzním oxymetrem (SpO_2), titrujte inspirační frakci kyslíku k cílové hodnotě SpO_2 v rozmezí 94 až 98 %.
- Pokud pacient nedýchá, ale jsou přítomné známky funkčního oběhu (pouze zástava dechu), provádějte umělé dýchání a po každých 10 vdeších zkontrolujte krevní oběh. Zahajte KPR, pokud jsou jakékoliv pochyby o přítomnosti či absenci funkčního oběhu.

Zahájení resuscitace v nemocnici

Klíčové kroky resuscitace jsou popsány níže. Upřesňující informace lze nalézt v dalších částech textu, které se týkají jednotlivých intervencí.

- Jeden zachránce zahajuje resuscitaci, zatímco ostatní volají resuscitační tým a připravují pomůcky pro resuscitaci včetně defibrilátoru. Pokud je přítomen pouze jeden zachránce, přivolání pomoci a získání pomůcek vyžaduje opuštění pacienta.
- Proveďte 30 kompresí hrudníku a 2 umělé vdechy.
- Hrudník stlačujte do hloubky přibližně 5 cm, nikoliv však více než 6 cm.
- Komprese hrudníku je nutné provádět frekvencí 100–120 stlačení za minutu.
- Po každém stlačení úplně uvolněte tlak na hrudník, aby se mohl vrátit do výchozí polohy; neopírejte se o hrudník.

- Minimalizujte přerušování srdeční masáže a zajistěte její vysokou kvalitu.
- Provádění účinné srdeční masáže po delší dobu je vyčerpávající; při minimálním přerušování srdeční masáže zajistěte střídání zachránců každé 2 minuty.
- Udržujte průchodné dýchací cesty a provádějte umělé dýchání s dostupným vybavením. Zahajte ventilaci přes kapesní obličejovou masku nebo samorozpínacím vakem přes obličejovou masku dvěma zachránci, lze použít ústní vzduchovod. Alternativně je možné použít supraglotické pomůcky a samorozpínací vak. Tracheální intubaci by měli provádět pouze zkušení zachránci, kteří mají pro tento výkon kompetence.
- Kapnografické monitorování musí být použito k ověření správného zavedení tracheální rourky a monitorování správné ventilace. Kapnografie může být použita též při ventilaci přes obličejovou masku a při použití supraglotických pomůcek. Další využití kapnografické křivky k monitorování kvality resuscitace a potenciální časné detekci obnovení spontánního oběhu během resuscitace je zmíněno v další části textu.[174]
- Každý vdech by měl trvat 1 sekundu a dechový objem by měl být tak velký, aby bylo patrné zvedání hrudníku. Co nejdříve podejte kyslík v nejvyšší možné koncentraci.
- Po zajištění průchodnosti dýchacích cest tracheální intubací nebo supraglotickou pomůckou pokračujte v nepřerušované srdeční masáži (mimo přerušení pro provedení defibrilace nebo kontroly pulzu) frekvencí 100 až 120 stlačení za minutu. Umělou plicní ventilaci provádějte s frekvencí 10 dechů za minutu. Vyvarujte se hyperventilace (vysoké dechové frekvence i nadměrných dechových objemů).
- Pokud nejsou k dispozici pomůcky k zajištění průchodnosti dýchacích cest a umělé plicní ventilace, zvažte umělé dýchání z úst do úst. Pokud existují objektivní důvody pro neposkytnutí dýchání z úst do úst, nebo nejste schopni je poskytnout, provádějte pouze samotnou srdeční masáž, dokud nedorazí kvalifikovaná pomoc nebo dokud nejsou dostupné pomůcky pro zajištění dýchacích cest.
- Jakmile je dostupný defibrilátor, nalepte za pokračující srdeční masáže samolepící defibrilační elektrody na hrudník pacienta a rychle proveďte analýzu srdečního rytmu. Pokud nemáte k dispozici samolepící elektrody, použijte elektrody přítlačné. Během krátkého přerušení masáže vyhodnoťte srdeční rytmus. Pokud je při použití manuálního defibrilátoru přítomen defibrilovatelný rytmus (VF/pVT, komorová fibrilace/bezpulzová komorová tachykardie), nabijte defibrilátor, zatímco další zachránce pokračuje v srdeční masáži. Po nabití defibrilátoru přerušte srdeční masáž, podejte jeden výboj a okamžitě pokračujte v masáži. Zajistěte, aby se nikdo nedotýkal pacienta v okamžiku aplikace výboje. Na bezpečné podání defibrilačního výboje se před plánovaným přerušením hrudní masáže předem připravte.
- Pokud používáte automatizovaný externí defibrilátor (AED), řiďte se audio-vizuálními pokyny. Na pokyny AED reagujte rychle a snažte se o minimální přerušování srdeční masáže obdobně jako při manuální defibrilaci.
- Pokud nejsou k dispozici samolepící elektrody, použije se alternativní defibrilační strategie za pomoci přítlačných elektrod s minimalizací přestávek v srdeční masáži.
- V některých zemích se používá defibrilační strategie, kdy se defibrilátor nabíjí vždy dopředu v závěru každého dvouminutového cyklu resuscitace během přípravy na vyhodnocení srdečního rytmu[176,177] Pokud je pak přítomen defibrilovatelný srdeční rytmus (VF/pVT), aplikuje se výboj a pokračuje v resuscitaci. Není ale potvrzeno, zda je tato strategie přínosná; každopádně dochází k nabíjení defibrilátoru také při nedefibrilovatelných rytmech.
- Okamžitě po defibrilaci pokračujte v srdeční masáži. Minimalizujte přerušování srdeční masáže. Pokud je používán manuální defibrilátor, lze k podání výboje přerušit srdeční masáž na dobu kratší než 5 sekund.
- Pokračujte v KPR, dokud nedorazí resuscitační tým nebo se neobjeví známky života. Pokud používáte AED, řiďte se hlasovými pokyny.
- Pokud je zajištěna KPR a na místě se nachází dostatečný počet zachránců, připravte žilní kanyly a léky, které bude resuscitační tým pravděpodobně potřebovat po svém příchodu (např. adrenalin).
- Určete jednu osobu, která bude odpovědná za předání pacienta vedoucímu resuscitačního týmu. Používejte strukturovanou komunikaci a způsob předání (např. protokoly SBAR nebo RSVP)[178,179] Připravte k předání veškerou zdravotnickou dokumentaci pacienta.
- Kvalita srdeční masáže během resuscitace v nemocnici není mnohdy optimální.[180,181] Význam nepřerušované srdeční masáže nesmí být podceňován. Jakékoliv přerušení masáže, byť na krátkou dobu, může mít katastrofální následky. Proto je nutné vynaložit veškeré úsilí a provádět účinnou minimálně přerušovanou srdeční masáž v průběhu celé resuscitace. Od zahájení celé resuscitace musí masáž probíhat bez přerušování s výjimkou krátkých přestávek pro provedení specifických zákroků (např. kontrolu srdečního rytmu). Většinu zákroků je možné provést, aniž by došlo k přerušení srdeční masáže. Vedoucí týmu by měl sledovat kvalitu resuscitace a provést výměnu zachránce vždy, pokud není kvalita KPR optimální.
- Během resuscitace lze k posouzení kvality resuscitace využít kontinuálního monitorování $ETCO_2$. Zvýšení $ETCO_2$ při provádění srdeční masáže může svědčit o obnovení spontánního oběhu.[174,182–184]
- Pokud je to možné, vystřídejte zachránce provádějícího srdeční masáž každé 2 minuty, aniž by docházelo k přerušení masáže.

Algoritmus rozšířené neodkladné resuscitace (ALS)

Přestože je algoritmus provádění rozšířené neodkladné resuscitace (Obr. 1.7) použitelný při jakékoliv zástavě oběhu, při léčbě srdeční zástavy vzniklé za zvláštních okolností mohou být indikovány některé další speciální intervence.[3]

Ke zvýšení pravděpodobnosti přežití po srdeční zástavě bezpochyby přispívají okamžitě zahájená a účinně prováděná základní neodkladná resuscitace svědky kolapsu, vysoce kvalitní nepřerušovaná srdeční masáž a při defibrilovatelném rytmu (VF/pVT) včasná defibrilace. Podání adrenalinu přispívá k obnovení spontánního oběhu, ale nebyl prokázán jeho vliv na přežití nemocných do propuštění z nemocnice. Naopak je možné, že adrenalin zhoršuje dlouhodobý neurologický léčebný výsledek. Podobně existuje málo důkazů na podporu sofistikovaných způsobů zprůchodnění dýchacích cest během rozšířené neodkladné resuscitace. [175,185–192] Přestože se léky a metody definitivního zajištění dýchacích cest stále během rozšířené neodkladné resuscitaci používají, mají až druhořadý význam ve srovnání s včasnou defibrilací a vysoce kvalitní nepřerušovanou srdeční masáží.

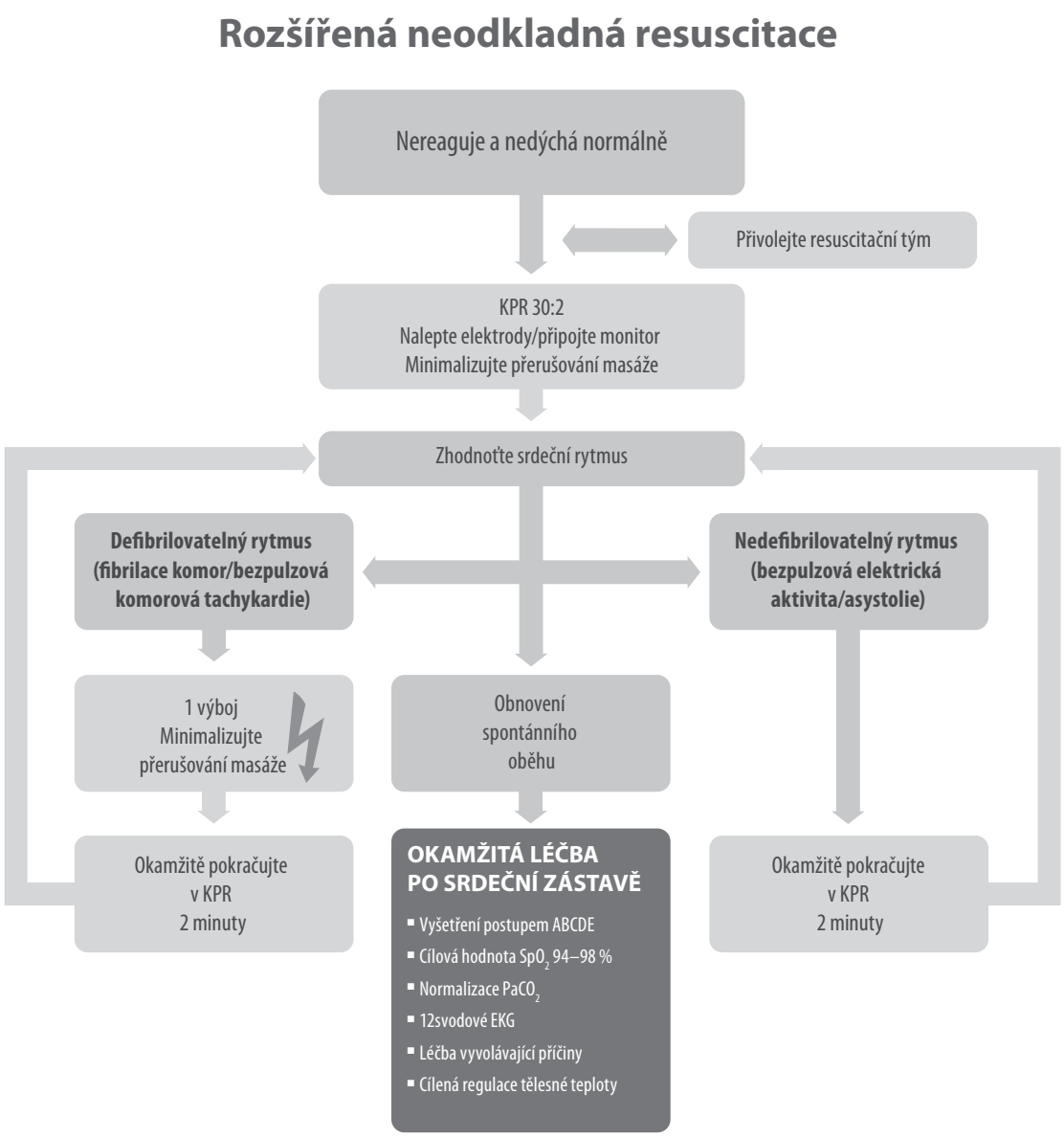
Obdobně jako v předchozích doporučených postupech se v algoritmu ALS rozlišují srdeční rytmy defibrilovatelné a nedefibrilovatelné. Každý cyklus algoritmu je v zásadě obdobný: resuscitace je prováděna po dobu 2 minut, poté se zhodnotí srdeční rytmus, případně je nutné ověřit přítomnost pulzu na velkých tepnách (pokud je indikováno). Adrenalin se podává v dávce 1 mg každých 3–5 minut dokud nedojde k obnovení spontánního krevního oběhu (načasování a dávkování adrenalinu je popsáno dále). Pokud přetrvává VF/pVT, podá se jednorázová dávka amiadaronu 300 mg po třetím výboji a podání další dávky 150 může být zváženo po pátém výboji. Optimální doba jednoho cyklu KPR není známá. Existují algoritmy, které používají delší cykly KPR (3 minuty) s odlišným schématem pro dávkování adrenalinu.[193]

Defibrilovatelné rytmy (fibrilace komor/bezpulzová komorová tachykardie)

Jakmile je potvrzena zástava oběhu, přivolejte pomoc (včetně defibrilátoru) a zahajte KPR. Začněte kompresemi hrudníku a pokračujte střídáním kompresí hrudníku a umělých vdechů v poměru 30:2. Jakmile je defibrilátor k dispozici, pokračujte v srdeční masáži, během které správným způsobem umístíte defibrilační elektrody na hrudník. Zhodnoťte srdeční rytmus a postupujte podle algoritmu ALS.

- Pokud je potvzena komorová fibrilace/bezpulzová komorová tachykardie (VF/pVT), při pokračování v srdeční masáži nabijte defibrilátor. Jakmile je defibrilátor nabitý, přerušte srdeční masáž, rychle se přesvědčte, že se nikdo nedotýká pacienta, a podejte výboj.
- Energie defibrilačních výbojů se oproti doporučením z roku 2010 nezměnily.[194] Pro bifázický výboj použijte počáteční energii alespoň 150 J. při Při použití manuálního defibrilátoru zvažte postupně se zvyšující energii výbojů pokud byl předchozí výboj neúspěšný nebo došlo k recidivě fibrilace.[195,196]

Obr. 1.7 Algoritmus rozšířené neodkladné resuscitace
KPR – kardiopulmonální resuscitace; ABCDE – A dýchací cesty, B dýchání, C krevní oběh, D stav vědomí, E celkové vyšetření; SpO_2 – saturace hemoglobinu kyslíkem; $PaCO_2$ – parciální tlak oxidu uhličitého v arteriální krvi; EKG – elektrokardiogram.



BĚHEM KPR

- Zajistěte vysokou kvalitu srdeční masáže
- Minimalizujte přerušování srdeční masáže
- Podejte kyslík
- Použijte kapnografii
- Po zajištění dýchacích cest pomůckami nepřerušujte srdeční masáž
- Vstup do cévního řečiště (intravenózní nebo intraoseální)
- Podejte adrenalin každých 3–5 min
- Podejte amiodaron po 3. výboji

ZAJISTĚTE LÉČBU REVERZIBILNÍCH PŘÍČIN

Hypoxie	Trombóza (koronární tepny/plicní embolie)
Hypovolémie	Tenzní pneumotorax
Hypokalémie/hyperkalémie/metabolické příčiny	Tamponáda srdeční
Hypotermie/hypertermie	Toxické látky (intoxikace)

ZVAŽTE

- Ultrasonografické vyšetření
- Mechanickou srdeční masáž k usnadnění transportu a další léčby
- Koronární angiografii a perkutánní koronární intervenci
- Mimotělní KPR

- Omezte dobu mezi přerušením kompresí hrudníku a podáním výboje (pre-shock pause); přerušení masáže trvající 5–10 sekund už snižuje šanci na úspěšnost podaného výboje.[84,85,197,198]
- Okamžitě po výboji pokračujte v KPR (komprese a umělé vdechy v poměru 30:2), aniž byste přerušovali resuscitaci za účelem zhodnocení rytmu nebo kontroly tepu na velkých tepnách. Takto se zkracuje doba nutná k provedení defibrilačního výboje a celková doba přerušení masáže po defibrilaci (post-shock pause).[84,85]
- Pokračujte v KPR po dobu 2 minut a až poté během krátkého přerušení masáže zhodnoťte srdeční rytmus. Pokud přetrvává VF/pVT, podejte druhý výboj (150–360 J při použití bifázického defibrilátoru). Po výboji okamžitě pokračujte v KPR (poměr 30:2) bez přerušení masáže ke zhodnocení rytmu a vyšetření tepu pohmatem.
- Pokračujte v KPR po dobu 2 minut a potom během krátkého přerušení masáže zhodnoťte srdeční rytmus; pokud přetrvává VF/pVT, podejte třetí výboj (150–360 J při použití bifazického defibrilátoru). Pokračujte ihned v KPR (poměr 30:2) bez přerušení masáže za účelem zhodnocení rytmu a pulzu.
- Pokud je zajištěn nitrožilní nebo intraoseální (IV/IO) vstup, podejte během následujících dvou minut KPR 1 mg adrenalinu a 300 mg amiodaronu.[199]
- Kapnografickou křivku lze využít k časné detekci obnovení spontánního oběhu, aniž by se musela přerušovat srdeční masáž, čímž lze předejít podání adrenalinu, pokud by došlo k obnovení spontánního oběhu. Několik studií na lidech prokázalo, že po obnovení spontánního oběhu dochází k významnému vzestupu $ETCO_2$.[174,182–184,200,201] Pokud se během KPR objeví známky obnovení spontánního oběhu, adrenalin nepodávejte. Adrenalin podejte v případě, že je zástava oběhu potvrzena během následující analýzy srdečního rytmu.
- Pokud nedošlo k obnovení spontánního oběhu ani po třetím výboji, může podání adrenalinu zlepšit krevní průtok myokardem a zvýšit šanci na úspěšnost následujícího defibrilačního výboje.
- Podávání jednotlivých dávek adrenalinu může během provádění rozšířené neodkladné resuscitace způsobit odvedení pozornosti od důležitých věcí a tento aspekt je třeba zohlednit při výuce KPR.[202] Při školeních je třeba zdůraznit, že podávání léků nesmí způsobit přerušování KPR a zpozdit provedení klíčových zákroků, např. defibrilace. Výsledky klinických studií ukazují, že aplikace léků nemusí nutně ohrožovat kvalitu KPR.[186]
- Pokud se po 2 minutovém cyklu KPR změní srdeční rytmus na asystolii nebo bezpulzovou elektrickou aktivitu (PEA, pulseless electrical activity), postupujte podle části Nedefibrilovatelné rytmy (viz níže). Pokud je patrný nedefibrilovatelný a organizovaný rytmus, tzn. komorové komplexy jsou pravidelné nebo úzké, zkuste nahmatat tep na velkých tepnách. Kontrolu srdečního rytmu provádějte během krátkého přerušení masáže, kontrolu pulzu pouze tehdy, pokud je patrný organizovaný srdeční rytmus. Při jakýchkoliv pochybách o přítomnosti hmatného tepu, pokračujte okamžitě v KPR. Při obnovení spontánního oběhu zahajte poresuscitační péči.

Během léčby VF/pVT musí zdravotnický personál zajistit náležitou koordinaci probíhající KPR s podáváním defibrilačních výbojů jak při použití manuálního, tak automatizovaného externího defibrilátoru (AED). Jakékoliv zkrácení doby přerušení masáže pro podání výboje, byť o několik málo sekund, může zvýšit pravděpodobnost úspěšnosti výboje.[84,85,197,198] Vysoce kvalitní resuscitace může zvýšit amplitudu a frekvenci fibrilace komor a zlepšit tak šanci na úspěšnost defibrilace a navození rytmu nutného pro zajištění dostatečné perfúze orgánů.[203–205]

Po podání první dávky adrenalinu pokračujte v aplikaci dalších dávek 1 mg každých 3–5 minut bez ohledu na typ nebo změny srdečního rytmu, dokud nedojde k obnovení spontánního oběhu; v praxi to znamená přibližně jednou po každých dvou cyklech algoritmu. Pokud se objeví známky života během KPR (probouzení, spontánní pohyby, normální dýchání, kašel) nebo dojde k náhlému vzestupu $ETCO_2$, zkontrolujte monitor; pokud je přítomen organizovaný rytmus, zkontrolujte pulz. Pokud je pulz hmatný, zahajte poresuscitační péči. Není-li pulz hmatný, pokračujte v KPR.

Spatřená monitorovaná fibrilace komor/bezpulzová komorová trachykardie (VF/pVT)

Pokud došlo k zástavě oběhu v přítomnosti svědků nebo u monitorovaného pacienta v katetrizační laboratoři, na koronární jednotce, v podmínkách intenzivní nebo resuscitační péče, po kardiochirurgické operaci apod., kde je k dispozici manuální defibrilátor, postupujte následovně:

- Potvrďte zástavu oběhu a přivolejte pomoc.
- Pokud je úvodním rytmem VF/pVT, podejte až tři defibrilační výboje v rychlém sledu (sekvenci).
- Po každém defibrilačním výboji rychle zkontrolujte případnou změnu srdečního rytmu a pokud je to nutné, rovněž známky obnovení spontánního oběhu.
- Pokud je třetí výboj neúspěšný, zahajte srdeční masáž a pokračujte v KPR po dobu dvou minut.

Jsme-li svědky zástavy oběhu na podkladě VF/pVT a pacient je napojen na manuální defibrilátor, lze zvážit použití strategie až tří výbojů jdoucích rychle po sobě. Přestože neexistují data podporující strategii tří výbojů po sobě u žádného z výše uvedených stavů, při okamžité dostupnosti defibrilace v počáteční elektrické fázi (bezprostředně po vzniku fibrilace komor) je málo pravděpodobné, že by srdeční masáž zlepšila již tak vysokou šanci na obnovení spontánního oběhu defibrilací.

Zajištění dýchacích cest a ventilace

Během léčby perzistující fibrilace komor provádějte mezi defibrilačními výboji vysoce kvalitní srdeční masáž. Pamatujte na reverzibilní příčiny zástavy oběhu (4 H a 4 T) a pokud přítomnost některé z nich zjistíte, zajistěte její léčbu. Tracheální intubace představuje nejspolehlivější způsob zajištění průchodnosti dýchacích cest, ale měla by být prováděna pouze zkušenými zdravotnickými pracovníky, kteří jsou k provádění intubace dostatečně vyškoleni a zároveň mají s tímto výkonem každodenní zkušenosti. Tracheální intubace nesmí oddálit provedení defibrilace. Zkušený zachránce, který ovládá techniku tracheální intubace, by se měl pokusit o laryngoskopii a intubaci při probíhající srdeční masáži; krátké přerušení srdeční masáže je nutné pouze k zavedení tracheální rourky přes hlasovou štěrbinu. Přerušení by nemělo přesáhnout dobu 5 sekund. Další alternativou, která umožňuje nepřerušení srdeční masáže, je odložení intubace a její provedení až po obnovení spontánního oběhu. Žádná randomizovaná klinická studie neprokázala, že by tracheální intubace zvýšila přežívání nemocných po srdeční zástavě. Po intubaci ověřte správnou polohu tracheální rourky a spolehlivě ji zafixujte. Provádějte umělou plicní ventilaci frekvencí 10 vdechů za minutu, vyvarujte se hyperventilace. Jakmile je pacient zaintubován, pokračujte v srdeční masáži frekvencí 100–120 kompresí za minutu bez přerušování masáže z důvodu ventilace.

V případě, že není přítomen kvalifikovaný personál pro provedení tracheální intubace, je možnou alternativou použití supraglotických pomůcek (např. laryngeální maska, laryngeální tubus, i-gel). Po zavedení supraglotické pomůcky provádějte nepřerušovanou srdeční masáž stejně jako u intubovaných nemocných.[206] Pokud nepřerušovaná srdeční masáž způsobuje během ventilace takový únik vzduchu, který by zapříčinil nedostatečnou minutovou ventilaci, je nutné srdeční masáž kvůli umělému dýchání přerušovat a používat algoritmus poměru kompresí hrudníku k umělým dechům 30:2.

Zajištění žilního vstupu a farmakoterapie

Zajistěte žilní vstup, pokud již nebyl zajištěn dříve. Periferní žilní vstup je oproti kanylaci centrální žíly rychlejší, jednodušší a bezpečnější. Léky podávané do periferní žíly je nutné propláchnout 20 ml fyziologického roztoku a rovněž provést elevaci končetiny na dobu 10–20 sekund pro urychlení transportu léku do centrálního řečiště. Pokud je zajištění žilního vstupu obtížné nebo nemožné, lze zvážit intraoseální (IO) způsob podání léků. IO podání je považováno u dospělých pacientů za účinné.[207–210] Při IO podání léků je dosaženo adekvátní plasmatické koncentrace léků za dobu srovnatelnou s jejich podáním do periferní žíly.[211,212]

Nedefibrilovatelné rytmy (PEA a asystolie)

Bezpulzová elektrická aktivita (PEA, pulseless electrical activity) je definována jako zástava oběhu při přetrvávající elektrické aktivitě (kromě

komorové tachykardie), která by se za normálních okolností mohla vyskytovat u člověka se známkami života a hmatným pulzem na velkých tepnách.[213] Přežití po zástavě oběhu způsobené asystolií nebo PEA není pravděpodobné, pokud se neodhalí její reverzibilní příčina, kterou lze rychle a účinně léčit.

Pokud je úvodní srdeční rytmus PEA nebo asystolie, zahajte KPR 30:2. V případě asystolie, zkontrolujte správné připojení monitorovacích svodů, aniž byste přerušili KPR. Jakmile jsou definitivním způsobem zajištěné dýchací cesty, pokračujte v masáži hrudníku bez přerušování kompresí kvůli ventilaci. Po 2 minutách KPR překontrolujte srdeční rytmus. Pokud je přítomna asystolie, pokračujte v KPR. Pokud je na monitoru organizovaný srdeční rytmus, ověřte, je-li hmatný pulz. Není-li pulz hmatný (nebo máte-li jakoukoliv pochybnost o jeho přítomnosti), pokračujte v KPR.

Podejte 1 mg adrenalinu co nejdříve po zajištění žilního nebo intraoseálního vstupu a stejnou dávku opakujte po každém druhém cyklu KPR (tj. každých 3–5 minut). Je-li hmatný pulz, zahajte poresuscitační péči. Pokud se objeví známky života během KPR, zhodnoťte srdeční rytmus a přítomnost hmatného pulzu. Pokud se náznaky obnovení spontánního oběhu objeví během KPR, nepodávejte adrenalin a pokračujte v KPR. Adrenalin podejte, pokud se potvrdí zástava oběhu při následující kontrole srdečního rytmu.

Kdykoliv je diagnostikována asystolie, zkontrolujte pečlivě EKG křivku a ověřte možnou přítomnost vln P. Jejich přítomnost může znamenat indikaci pro kardiostimulaci. Použití kardiostimulace není přínosem při pravé asystolii. Máte-li pochybnost, zda se jedná o asystolii nebo jemnovlnnou VF, nepokoušejte se o defibrilaci; pokračujte v srdeční masáži a umělém dýchání. Následná vysoce kvalitní KPR může zvýšit amplitudu a frekvenci komorové fibrilace a tím zvýšit šanci na úspěšnost defibrilace a navození funkčního rytmu.[203–205]

Optimální doba provádění KPR mezi jednotlivými kontrolami srdečního rytmu se může lišit podle typu srdečního rytmu a podle toho, zda se jedná o první nebo opakovanou kontrolu.[214] Na základě konsenzu odborníků provádějte při léčbě asystolie a PEA 2 minutové cykly KPR a pokud se rytmus změní na fibrilaci komor, pokračujte podle algoritmu pro léčbu defibrilovatelného rytmu. Jinak pokračujte v KPR a podávání adrenalinu každých 3–5 minut, jestliže není hmatný pulz. Pokud je na monitoru zjištěna fibrilace komor dříve než po uplynutí dvouminutového cyklu KPR, pokud možno dokončete cyklus KPR před provedením formální kontroly rytmu a případným podáním výboje. Tato strategie minimalizuje přerušování srdeční masáže.

Potenciálně reverzibilní příčiny

Při jakékoliv srdeční zástavě je nutné brát v úvahu její pravděpodobné příčiny nebo přitěžující okolnosti, pro které existuje specifická léčba. Pro lepší zapamatování jsou možné reverzibilní příčiny rozděleny do dvou skupin po čtyřech a označovány podle jejich počátečního písmene jako 4 H a 4 T. Podrobnější informace o mnoha z těchto situací jsou obsaženy v kapitole Srdeční zástava za zvláštních okolností.[3]

Použití ultrasonografie během rozšířené neodkladné resuscitace

Několik studií se zabývalo použitím ultrazvuku během srdeční zástavy k identifikaci potenciálně reverzibilních příčin.[215–217] Přesto, že žádná studie neprokázala vliv využití této zobrazovací metody na zlepšení léčebných výsledků, není pochyb o potenciálu echokardiografie odhalit reverzibilní příčiny srdeční zástavy. Zahrnutí ultrazvukových vyšetřovacích metod do rozšířené neodkladné resuscitace vyžaduje důkladné vyškolení obsluhy, pokud má být dodržen požadavek na minimální přerušování srdeční masáže.

Monitorování v průběhu rozšířené neodkladné resuscitace

Existuje několik metod a moderních technologií monitorování pacienta během KPR, které mohou při rozšířené neodkladné resuscitaci napomáhat jednotlivým postupům:

- Během KPR se mohou objevovat různé projevy života, např. spontánní dechová aktivita, pohyby nemocného nebo otevírání očí. Takové příznaky zpravidla svědčí o obnovení spontánního oběhu, který musí být ověřen kontrolou rytmu a hmatného pulzu. Podobné příznaky se však mohou objevit i proto, že KPR zajišťuje natolik dostatečný oběh krve, který může vést k projevům některých známek života, včetně vědomí.[218]
- Používání přístrojů a pomůcek poskytujících během KPR zpětnou vazbu je popsáno v kapitole o základní neodkladné resuscitaci. Jejich použití by mělo být zvažováno pouze jako součást širšího a komplexního programu používaného ke kontrole kvality poskytované péče.[99,219]
- Kontrola hmatného pulzu, pokud je na EKG křivka slučitelná s normálním srdečním výdejem, může být použita k potvrzení obnovení spontánního oběhu. U nemocných s nízkým srdečním výdejem a nízkým krevním tlakem však nemusí být pulz ani po obnovení oběhu hmatný.[220]. Přínos pokusů nahmatat arteriální pulz během provádění srdeční masáže ke zhodnocení její účinnosti není jasný. Protože v dolní duté žíle nejsou žádné chlopně, retrográdní tok krve do žilního systému může způsobit rovněž pulzaci femorální žíly. Přítomnost pulzace na krční tepně během KPR nemusí nutně znamenat adekvátní perfúzi mozku a srdce.
- Monitorování srdečního rytmu pomocí samolepících, přítlačných nebo EKG elektrod je standardní součástí rozšířené neodkladné resuscitace. Pohybové artefakty brání spolehlivému vyhodnocení srdečního rytmu během srdeční masáže, což nutí zachránce přerušit masáž kvůli každé anylýze srdečního rytmu a neumožňuje včasné rozpoznání recidivy VF/pVT během KPR. Některé moderní defibrilátory jsou vybaveny filtry, které odstraňují artefakty způsobené kompresemi hrudníku. Neexistují však žádné humánní studie, které by prokazovaly zlepšení výsledků léčby při použití těchto přístrojů. Proto zatím není doporučeno rutinní používání algoritmů pro analýzu srdečního rytmu za pomoci artefaktových filtrů s výjimkou jejich použití v rámci klinických studií.[18]
- Doporučené postupy ERC 2015 kladou mnohem větší důraz na využívání kapnografie během KPR (detailnější informace jsou uvedeny níže).
- Během KPR jsou prováděny krevní odběry a rozbor krve slouží k identifikaci potenciálně léčitelných reverzibilních příčin srdeční zástavy. U kriticky nemocných nepoužívejte vzorky kapilární krve odebrané ze vpichu do prstu, neboť mohou být nespolehlivé. Používejte vzorky žilní nebo arteriální krve.
- Při KPR lze obtížně interpretovat hodnoty krevních plynů. Během zástavy oběhu mohou být výsledky vyšetření arteriálních krevních plynů zavádějící a prakticky nic nevypovídají o stavu acidobazické rovnováhy ve tkáních.[222] Analýza centrální žilní krve může poskytnout lepší odhad tkáňového pH. Monitorace saturace kyslíku v centrální žilní krvi je sice proveditelná, ale její význam pro vedení KPR není jasný.
- Invazivní monitorování arteriálního tlaku umožňuje odhalit hypotenzi po obnovení spontánního oběhu. Během KPR bychom se měli snažit o dosažení cílové hodnoty aortálního diastolického tlaku vyšší než 25 mmHg optimalizací srdeční masáže.[223] V praxi by to znamenalo měřit arteriální diastolický tlak. Ačkoliv hemodynamicky řízená KPR v experimentálních studiích ukázala jistý přínos [224–227], u lidí dosud neexistuje důkaz o zvýšení pravděpodobnosti přežití při použití tohoto přístupu.[175]
- Vyloučení reverzibilních příčin srdeční zástavy pomocí ultrazvuku je zmíněno výše. Jeho další význam je v identifikaci nízkého srdečního výdeje (pseudo-PEA).
- Cerebrální oxymetrie užívající metodu blízké infračervené spektroskopie (NIRS) měří neinvazivně regionální mozkovou saturaci kyslíkem (rSO_2).[228–230] Jedná se o rozvíjející se technologii, která je použitelná rovněž během KPR. Úloha cerebrální oxymetrie při řízení postupu KPR, včetně stanovení prognózy během a po KPR, ještě nebyla stanovena.[231]

Kapnografie během rozšířené neodkladné resuscitace

Kapnografie umožňuje během KPR průběžné monitorování parciálního tlaku CO_2 na konci výdechu ($ETCO_2$). Hodnoty $ETCO_2$ v průběhu KPR jsou nízké, protože reflektují nízký srdeční výdej generovaný srdeční masáží. V současnosti neexistují důkazy, že využití kapnografie během KPR zlepšuje léčebné výsledky, ačkoliv prevence nerozpoznané intubace do jícnu je jejím jednoznačným přínosem. Kapnografie během KPR posky-

tuje následující informace:
- Ověřuje správné zavedení tracheální rourky (viz níže).
- Poskytuje kontrolu ventilace během KPR a umožňuje zabránit hyperventilaci.
- Monitoruje kvalitu srdeční masáže během KPR. Hodnoty $ETCO_2$ souvisejí s hloubkou komprese a dechovou frekvencí, hlubší stlačení hrudníku tedy zvyšuje hodnotu $ETCO_2$.[232] Další studie jsou nutné ke zjištění, zda lze řídit KPR podle $ETCO_2$ a zda může používání kapnografie zlepšit léčebné výsledky.[174]
- Slouží k odhalení obnovení spontánního oběhu během KPR. Zvýšení hodnoty $ETCO_2$ během KPR může znamenat obnovení účinného oběhu a tím lze předejít zbytečnému a potenciálně škodlivému podání adrenalinu u nemocného, u kterého již došlo k obnovení spontánního oběhu.[174,182,200,201] Po obnovení účinného oběhu již nepodávejte adrenalin. Podejte ho pouze v případě, že je srdeční zástava během následující kontroly srdečního rytmu potvrzena.
- $ETCO_2$ lze použít k prognózování během KPR. Nižší hodnoty $ETCO_2$ mohou znamenat špatnou prognózu a menší naději na obnovení spontánního oběhu;[175] přesto doporučujeme, aby se během KPR nevyužívaly k rozhodnutí o ukončení resuscitace pouze hodnoty $ETCO_2$. Hodnoty $ETCO_2$ by se měly během KPR využívat pouze jako součást multimodálního přístupu při rozhodování o prognóze.

Mimotělní kardiopulmonální resuscitace (eCPR)
Mimotělní (extrakorporální) KPR (eKPR) by měla být zvažována jako rescue postup u pacientů, u kterých počáteční postupy rozšířené neodkladné resuscitace selhaly nebo pokud je nezbytná k provedení specifických zákroků (např. koronární angiografie, perkutánní koronární intervence (PCI) nebo plicní trombektomie při masivní plicní embolii).[233,234] Ohledně používání eKPR nyní existuje akutní poptávka po výsledcích randomizovaných klinických studií a rozsáhlých registrů, které by umožnily stanovit podmínky, za kterých eKPR funguje nejlépe, a vypracování doporučení pro její použití a posouzení přínosu, nákladů a rizik této metody.[235,236]

Defibrilace
Defibrilační strategie se oproti posledním doporučením změnila pouze minimálně:
- Napříč těmito doporučnými postupy je stále zdůrazňována důležitost časné a nepřerušované srdeční masáže se zkrácením doby před podáním defibrilačního výboje i doby od podání výboje do znovuzahájení srdeční masáže (pre-shock and post-shock pauses).
- V srdeční masáži pokračujte během nabíjení defibrilátoru a výboj podejte během krátkého přerušení kompresí hrudníku na dobu kratší než 5 sekund, poté okamžitě pokračujte v masáži.
- Samolepící defibrilační elektrody mají oproti přítlačným elektrodám řadu výhod a vždy by se měly používat přednostně, jsou-li k dispozici.
- Je nutné pokračovat v KPR, dokud není přinesen a napojen manuální defibrilátor nebo automatizovaný externí defibrilátor, ale defibrilace nesmí být odkládána déle než je nezbytné pro přípravu a nabití přístroje.
- Pokud je úvodním rytmem spatřené a monitorované zástavy oběhu VF/pVT (např. během srdeční katetrizace) a je okamžitě k dispozici defibrilátor, zvažte provedení až 3 po sobě jdoucích výbojů.
- Energie výbojů pro defibrilaci zůstává oproti doporučením z roku 2010 nezměněna.[194] U bifázických defibrilátorů zůstává energie prvního výboje 150 J, energie druhého a dalších výbojů 150–360 J. Nastavení energie výbojů u jednotlivých typů defibrilátorů by mělo vycházet z doporučení každého výrobce. Je vhodné zvážit zvyšující se energii výbojů, pokud předchozí výboj nebyl účinný nebo dojde k recidivě fibrilace.[195,196]

Strategie pro zkrácení přestávky před defibrilací
Prodleva mezi přerušením kompresí hrudníku a podáním výboje (pre-shock pause) by měla být minimální; i krátké přerušení masáže na dobu 5–10 sekund může snížit úspěšnost výboje.[84,85,87,197,198,237] Prodlevu je možné zkrátit na méně než 5 sekund, jestliže srdeční masáž pokračuje během nabíjení defibrilátoru a jestliže je KPR prováděna zkušeným týmem, který je řízen vedoucím týmu a ten s jeho členy efektivně komunikuje.[176,238] Rychle by měla proběhnout kontrola bezpečnosti, která má zabránit kontaktu zachránce s pacientem v průběhu defibrilace. Prodleva po výboji (post-shock pause) musí být minimalizována okamžitým zahájením srdeční masáže po podání výboje. Celý proces manuální defibrilace by měl proběhnout během krátkého přerušení srdeční masáže na dobu kratší než 5 sekund.

Zajištění průchodnosti dýchacích cest a ventilace
Optimální strategie způsobu zajištění průchodnosti dýchacích cest zatím ještě nebyla vypracována. Některé observační studie zastávají tvrzení, že využití pokročilých způsobů zprůchodnění dýchacích cest (tracheální intubace, supraglotické pomůcky) zlepšuje výsledky.[239] Pracovní skupina ILCOR pro rozšířenou neodkladnou resuscitaci navrhuje při poskytování KPR využívat buď pokročilé metody zprůchodnění dýchacích cest (tracheální intubace nebo supraglotické pomůcky), nebo zajistit ventilaci s použitím obličejové masky.[175] Doporučení je takto obecné pro absenci vysoce kvalitních dat, která by prokazovala, který způsob zajištění průchodnosti dýchacích cest je nejlepší. V praxi se během resuscitace využívá postupná kombinace různých technik zprůchodnění dýchacích cest.[240] Nejlepší způsob zprůchodnění dýchacích cest nebo kombinace různých způsobů závisí na stavu pacienta, fázi resuscitace (během KPR, po obnovení spontánního oběhu) a zkušenostech zachránců.[192]

Ověření správné polohy tracheální rourky
Nepoznaná intubace do jícnu je nejzávažnější komplikací tracheální intubace. Použití všech dostupných metod pro ověření polohy tracheální rourky snižuje riziko selhání intubace. Pracovní skupina ILCOR pro rozšířenou neodkladnou resuscitaci doporučuje k potvrzení správně provedené intubace a trvalé kontrole polohy tracheální rourky během KPR používat kromě klinického vyšetření rovněž kapnometrii (vysoká úroveň doporučení, nízká kvalita evidence). Použití kapnografie je velmi důrazně doporučeno také vzhledem k jejím dalším potenciálním přínosům během KPR (např. monitorování způsobu ventilace, hodnocení kvality KPR). Pracovní skupina ILCOR doporučuje kromě klinického vyšetření použít bezkřivkový detektor CO_2, jícnový detektor nebo ultrazvuk jako možnou alternativu v případě, že není kapnografie k dispozici.

Léky a tekutiny při srdeční zástavě

Vasopresory
Přestože se během resuscitace běžně používá adrenalin a v některých zemích i vasopresin, neexistuje placebem kontrolovaná studie, která by prokazovala, že rutinní podání vasopresorů během zástavy oběhu u lidí zvyšuje naději na jejich přežití do propuštění z nemocnice, ačkoliv bylo potvrzeno zlepšení krátkodobého přežití.[186,187,189]

Současné doporučení je pokračovat v používání adrenalinu během KPR stejným způsobem jako bylo doporučeno v roce 2010. Stanovisko se opírá o jeho prokázaný příznivý vliv na krátkodobé léčebné výsledky (obnovení spontánního oběhu a přijetí do nemocnice) a přetrvávající nejistoty ohledně přínosu nebo škodlivém vlivu adrenalinu na přežití do propuštění a na neurologický stav s ohledem na limity observačních studií.[175,241,242] Bylo rozhodnuto neměnit dosavadní praxi do doby, než budou k dispozici kvalitní data zaměřená na dlouhodobé léčebné výsledky.

Řada randomizovaných kontrolovaných studií[243–247] neprokázala při léčbě srdeční zástavy rozdíl v léčebných výsledcích (obnovení spontánního oběhu, přežití do propuštění nebo výsledný neurologický stav) mezi podáním vasopresinu nebo adrenalinu jako vasopresoru první volby. Další studie, které srovnávaly podání samotného adrenalinu nebo jeho kombinace s vasopresinem rovněž neprokázaly rozdíly v obnovení spontánního oběhu, přežití do propuštění nebo ve výsledném neurologickém stavu.[248–250] Doporučujeme proto, aby se při zástavě oběhu vasopresin místo adrenalinu nepodával. Zdravotnický personál, který pracuje v podmínkách, kde je již vasopresin používán, může v jeho používání pokračovat, protože nejsou důkazy o větší škodlivosti podání vasopresinu oproti adrenalinu.[175]

Antiarytmika
Stejně jako v případě vasopresorů jsou důkazy o přínosu antiarytmik v léčbě zástavy oběhu omezené. U žádného antiarytmického léku po-

užívaného během srdeční zástavy zatím nebyl prokázán vliv na zvýšení počtu nemocných, kteří přežijí do propuštění z nemocnice, ačkoliv v případě amiodaronu byl prokázán vliv na zvýšení počtu nemocných přijatých po KPR do nemocnice.[251,252] Navzdory nedostatku dat o dlouhodobém přežití svědčí vyhodnocení výsledků spíše ve prospěch podání antiarytmických léků při léčbě arytmii během zástavy oběhu. Po provedení tří počátečních výbojů zlepšuje amiodaron u rezistentní fibrilace komor krátkodobé přežití do přijetí nemocných do nemocnice ve srovnání s placebem[251] nebo lidokainem.[252] Zdá se, že amiodaron zlepšuje odpověď na defibrilaci u lidí a zvířat s fibrilací komor nebo s hemodynamicky nestabilní (bezpulzovou) komorovou tachykardií.[253–257] Neexistuje důkaz pro určení optimální doby jeho podání při použití současné strategie provádění jednotlivých defibrilačních výbojů. V řadě dosavadních klinických studií byl amiodaron podáván, pokud fibrilace komor a bezpulzová komorová tachykardie přetrvávaly po provedení tří výbojů. Z tohoto důvodu, aniž by existovala jakákoliv další data, je doporučeno podat 300 mg amiodaronu, pokud VF/pVT přetrvává po provedení tří výbojů.

Lidokain se doporučuje podat během rozšířené neodkladné resuscitace, pokud není k dispozici amiodaron.[252] Při léčbě zástavy oběhu nepoužívejte rutinně magnesium.

Ostatní léky

Nepodávejte rutinně natrium bikarbonát při zástavě oběhu, KPR, ani po obnovení spontánního oběhu. Podání natrium bikarbonátu lze zvážit při život ohrožující hyperkalémii, při zástavě oběhu z důvodu hyperkalémie a při intoxikaci tricyklickými antidepresivy.

Při KPR by neměla být rutinně používána fibrinolýza. Její indikaci lze zvážit, pokud je zástava oběhu způsobena suspektní nebo prokázanou plicní embolií. Existují případy přežití s dobrým neurologickým výsledkem po KPR trvající více než 60 minut, pokud byla v průběhu KPR pro zástavu oběhu na podkladě akutní plicní embolie podána trombolýza. V případě podání trombolýzy je třeba počítat s resuscitací po dobu nejméně 60–90 minut, než může být KPR ukončena.[258–260] Prováděná resuscitace není kontraindikací pro podání trombolýzy.

Tekutiny

Hypovolemie je potenciálně reverzibilní příčinou zástavy oběhu. Při suspektní hypovolemii podejte infuzní roztoky. V počátečních fázích resuscitace nebyly shledány jasné výhody podání koloidů, proto se doporučuje použití balancovaných roztoků krystaloidů, např. Hartmannova roztoku, případně lze použít fyziologický roztok. Roztoky glukózy nejsou doporučeny, protože se rychle distribuují do extravaskulárního prostoru a způsobují hyperglykémii, která může u nemocných po zástavě oběhu zhoršit neurologický stav.[261]

Pomůcky a přístroje používané během KPR

Přestože jsou manuální komprese hrudníku často prováděny málo efektivně [262–264], žádná pomůcka nepřináší výhody oproti konvenčnímu manuálnímu provádění KPR.

Mechanické resuscitační přístroje

Od vydání doporučených postupů v roce 2010 byly ukončeny tři rozsáhlé randomizované klinické studie zahrnující 7582 pacientů. Studie neprokázaly žádný přínos rutinního využívání přístrojů pro automatizovanou mechanickou srdeční masáž při mimonemocniční zástavě oběhu.[36,265,266] Nedoporučuje se rutinní používání mechanických resuscitačních přístrojů jako náhrady manuální srdeční masáže. Je doporučeno racionálně využívat mechanické resuscitační přístroje jako alternativu vysoce kvalitní manuální srdeční masáže v situacích, kdy je nepřerušovaná vysoce kvalitní manuální masáž obtížně proveditelná nebo ohrožuje bezpečnost zachránce, např. při provádění KPR v jedoucím voze záchranné služby, při protrahované KPR (např. hypotermická zástava) a při KPR během speciálních léčebných zákroků (např. koronarografie nebo příprava nemocného k mimotělní KPR).[175] Je třeba se vyvarovat přerušení KPR během přípravy přístroje. Zdravotnický personál by měl mechanickou KPR používat pouze v rámci standardizovaného a kontrolovaného programu, jehož součástí je povinné pravidelné proškolování personálu a udržování jeho kompetencí k používání této metody.

Pomůcky využívající impedanční práh

Randomizovaná klinická studie srovnávající použití pomůcky využívající impedanční práh (ITD, impedance threshold device) při KPR oproti samotné standardní KPR na 8718 pacientech s mimonemocniční srdeční zástavou neprokázala žádný přínos na přežití a výsledný neurologický stav při použití ITD.[267] Z toho důvodu nedoporučujeme rutinně používat ITD při běžně prováděné KPR. Dvě další randomizované klinické studie neprokázaly přínos ve smyslu zvýšení šance na přežití do propuštění z nemocnice, když bylo použito ITD použito současně s metodou aktivní komprese-dekomprese a porovnáno s prováděním samotné KPR metodou aktivní komprese-dekomprese.[268,269] Výsledky rozsáhlé studie, srovnávající použití ITD současně s metodou aktivní komprese-dekomprese (ACD CPR) a standardní KPR byly zveřejněny ve dvou publikacích.[270,271] Nebyl zjištěn rozdíl v přežití do propuštění ani v příznivém neurologickém stavu po 12 měsících. Po zvážení efektivity této léčebné metody bylo rozhodnuto nedoporučit rutinní používání pomůcky využívající impedanční práh (ITD) a metodu aktivní komprese-dekomprese v běžné praxi.[175]

Arytmie v souvislosti se zástavou oběhu

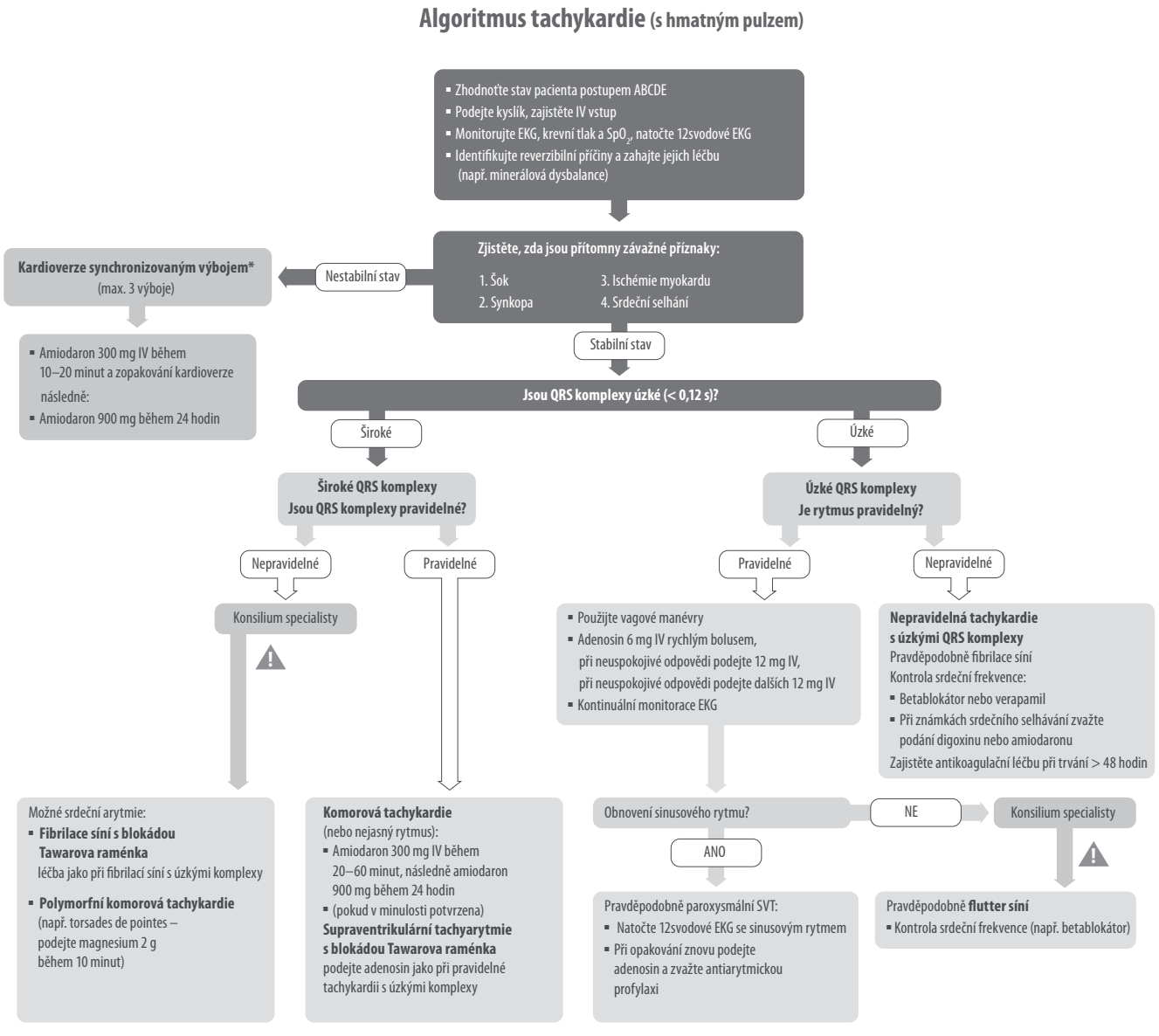
Správné rozpoznání a léčba srdečních arytmií u nemocných v kritickém stavu může zabránit vzniku arytmické zástavy oběhu nebo jejímu opakování po počáteční úspěšné resuscitaci. Prvotní zhodnocení a léčba pacienta s arytmií by se měly řídit postupem ABCDE. Hodnocení a léčba všech typů arytmií závisí na dvou faktorech: na stavu pacienta (stabilizovaný nebo nestabilní) a na původu arytmie. Antiarytmika mají pomalejší nástup účinku a nižší spolehlivost než elektrická kardioverze ve smyslu ukončení tachykardie a nastolení sinusového rytmu. Podávání léků je proto vyhrazeno pro stabilizované pacienty bez závažných příznaků. Elektrická kardioverze je obvykle preferována při léčbě nestabilních pacientů, kteří vykazují závažné příznaky. Algoritmus léčby tachykardie a bradykardie se oproti roku 2010 nezměnil a je znázorněn na obrázcích 1.8 a 1.9.

Přítomnost nebo absence závažných příznaků určuje u většiny srdečních arytmií volbu nejvhodnější léčby. Následující závažné příznaky identifikují pacienta, který je z hlediska léčby arytmií považován za nestabilního:

1. Šok – projevuje se bledostí, pocením, studenými a vlhkými končetinami (zvýšení aktivity sympatiku), zhoršeným stavem vědomí (snížený průtok krve mozkem) a hypotenzí (např. systolický krevní tlak <90 mmHg).
2. Synkopa – ztráta vědomí, ke které dochází důsledkem poklesu průtoku krve mozkem.
3. Selhání srdce – arytmie snižuje výkonnost srdce v důsledku snížení průtoku krve koronárními tepnami. V akutních situacích se projevuje rozvojem plicního edému (levostranné srdeční selhání – selhání levé komory) anebo zvýšeným jugulárním žilním tlakem a městnáním krve v játrech (selhání pravé srdeční komory – pravostranné srdeční selhání).
4. Ischémie myokardu – vzniká pokud spotřeba kyslíku v srdci přesáhne jeho dodávku. Srdeční ischémie se může projevovat bolestí na hrudi (angina pectoris) nebo může vzniknout bez bolesti jako náhodný nález na 12svodovém EKG (němá ischémie). Přítomnost ischémie myokardu je závažná zejména u nemocných s ischemickou chorobou srdeční nebo strukturálním onemocněním srdce, protože může progredovat v další život ohrožující komplikace včetně srdeční zástavy.

Po určení typu srdečního rytmu a přítomnosti nebo absence závažných příznaků jsou možnosti okamžité léčby kategorizovány jako:
1. Elektroimpulzoterapie (elektrická kardioverze, kardiostimulace).
2. Farmakologická léčba (antiarytmické – a další – léky).

Obr. 1.8 Algoritmus tachykardie
ABCDE – A dýchací cesty, B dýchání, C krevní oběh, D stav vědomí, E celkové vyšetření; IV – nitrožilní; SpO_2 – saturace hemoglobinu kyslíkem měřená pulzním oxymetrem; TK – krevní tlak; EKG – elektrokardiogram; FIS – fibrilace síní; VT – komorová tachykardie; SVT – supraventrikulární tachykardie.



*kardioverze u nemocných při vědomí musí být vždy provedena v analgosedaci nebo celkové anestézii

ZÁSTAVA OBĚHU VE SPECIFICKÝCH SITUACÍCH

Specifické příčiny

Hypoxie

Srdeční zástava způsobená hypoxemií vzniká obvykle následkem asfyxie, která způsobuje většinu zástav oběhu z nekardiálních příčin. Přežití nemocných po asfyktické zástavě oběhu je velmi vzácné a pokud někteří přežijí, pak většinou závažným neurologickým poškozením. U pacientů v bezvědomí, jejichž stav zatím neprogredoval do zástavy oběhu, je pravděpodobnost dosažení dobrého neurologického výsledku daleko větší.[272,273]

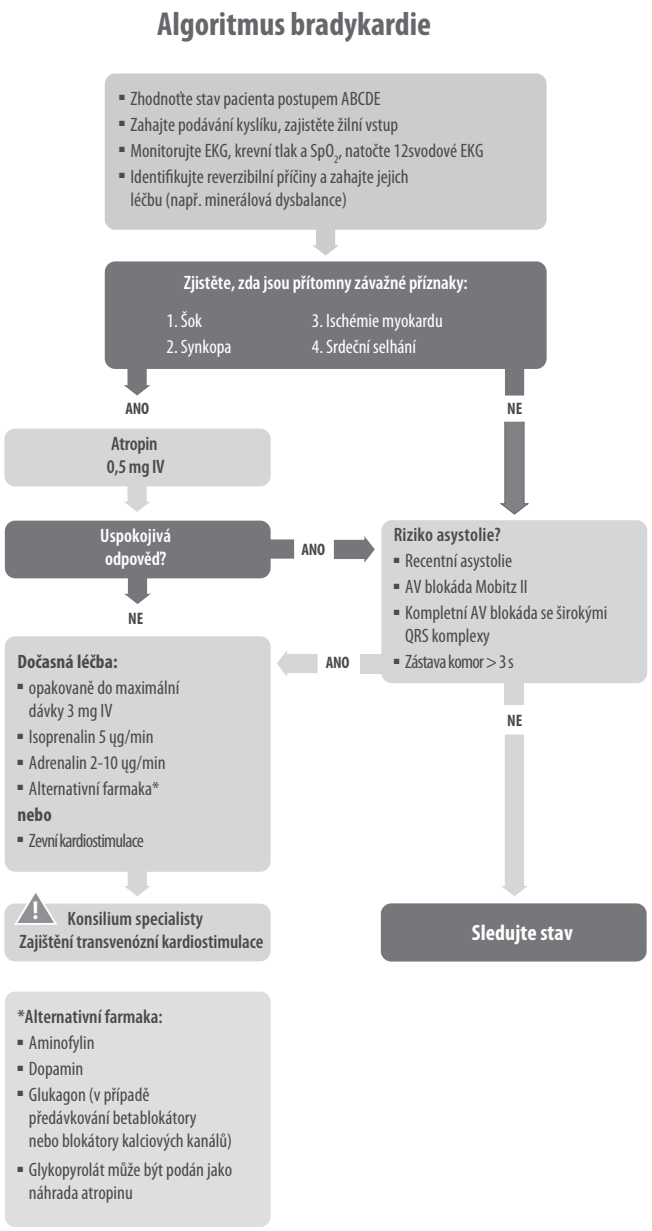
Hypo-/hyperkalémie a jiné elektrolytové poruchy

Elektrolytové poruchy mohou způsobit srdeční arytmie nebo zástavu oběhu. Život ohrožující arytmie jsou spojeny nejčastěji s poruchami metabolismu draslíku, zejména s hyperkalémií.

Hypotermie (náhodná)

Náhodná hypotermie je definována jako neřízený pokles teploty tělesného jádra na hodnotu < 35 °C. Při ochlazování lidského těla se snižuje buněčná spotřeba kyslíku o přibližně 6 % na každý 1 °C poklesu teploty tělesného jádra.[274] Při teplotě 18 °C může mozek tolerovat zástavu oběhu po dobu až 10krát delší než při 37 °C. Při podchlazení se tímto mechanizmem uplatňují protektivní účinky hypotermie na mozek a srdce,[275] a úplné zotavení neurologických funkcí může nastat i po déletrvající zástavě oběhu. Platí to však pouze pokud hluboké hypotermii nepředchází asfyxie. Pokud není dostupné centrum poskytující mimotělní podporu oběhu (ECLS), ohřívání může být prováděno v jakékoliv nemocnici pomocí kombinace vnějších a vnitřních ohřívacích metod (např. teplý vzduch, ohřáté infuze, peritoneální laváž teplými roztoky).[276]

Obr. 1.9 Algoritmus bradykardie
ABCDE – A dýchací cesty, B dýchání, C krevní oběh, D stav vědomí, E celkové vyšetření; IV – nitrožilní; SpO_2 – saturace hemoglobinu kyslíkem měřená pulzním oxymetrem; TK – krevní tlak; EKG – elektrokardiogram; AV – atrio-ventrikulární.



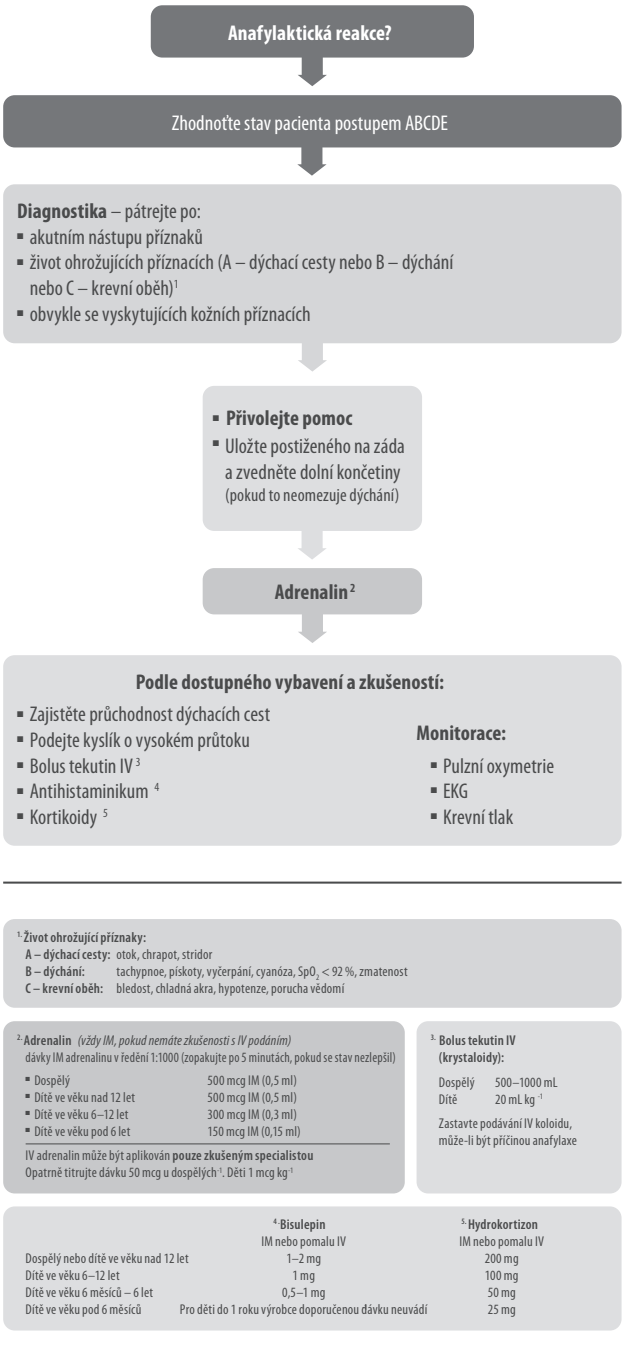
Hypertermie

Hypertermie nastává při selhání termoregulačních mechanizmů organizmu a teplota tělesného jádra dosahuje vyšší hodnoty oproti normě. Hypertermie je kontinuum stavů vznikajících účinkem vysokých teplot. Tepelný stres může progredovat do vyčerpání z horka, následně vzniká úpal, a nakonec multiorgánová dysfunkce a zástava oběhu.[277] Základem postupu je podpůrná léčba a rychlé ochlazení pacienta.[278–280] Pokud je to možné, začněte ochlazování již v přednemocniční neodkladné péči. Cílem je rychle snížit teplotu tělesného jádra na přibližně 39 °C. Při vzniku zástavy oběhu poskytněte léčbu v souladu se standardním doporučením a pokračujte v ochlazování pacienta během KPR. Použijte stejné ochlazovací metody jako při cílené regulaci tělesné teploty po srdeční zástavě.

Hypovolemie

Hypovolemie je potenciálně léčitelnou příčinou zástavy oběhu, která vzniká obvykle následkem poklesu intravaskulárního objemu (tj. krvácením), ačkoliv relativní hypovolemie může být přítomná rovněž u pacientů se závažnou vasodilatací (např. anafylaxe, sepse).
V závislosti na předpokládané příčině zahajte objemovou léčbu pomocí ohřátých krevních derivátů nebo krystaloidů, aby došlo k rychlému obnovení intravaskulárního objemu. Současně zahajte neodkladné výkony nezbytné pro zástavu krvácení (např. operační řešení, endoskopii nebo endovaskulární léčbu),[281] nebo léčbu vyvolávající příčiny (např. anafylaktického šoku).

Obr. 1.10 Algoritmus pro léčbu anafylaxe.[282] Upraveno se souhlasem Elsevier Ireland Ltd.



Anafylaxe

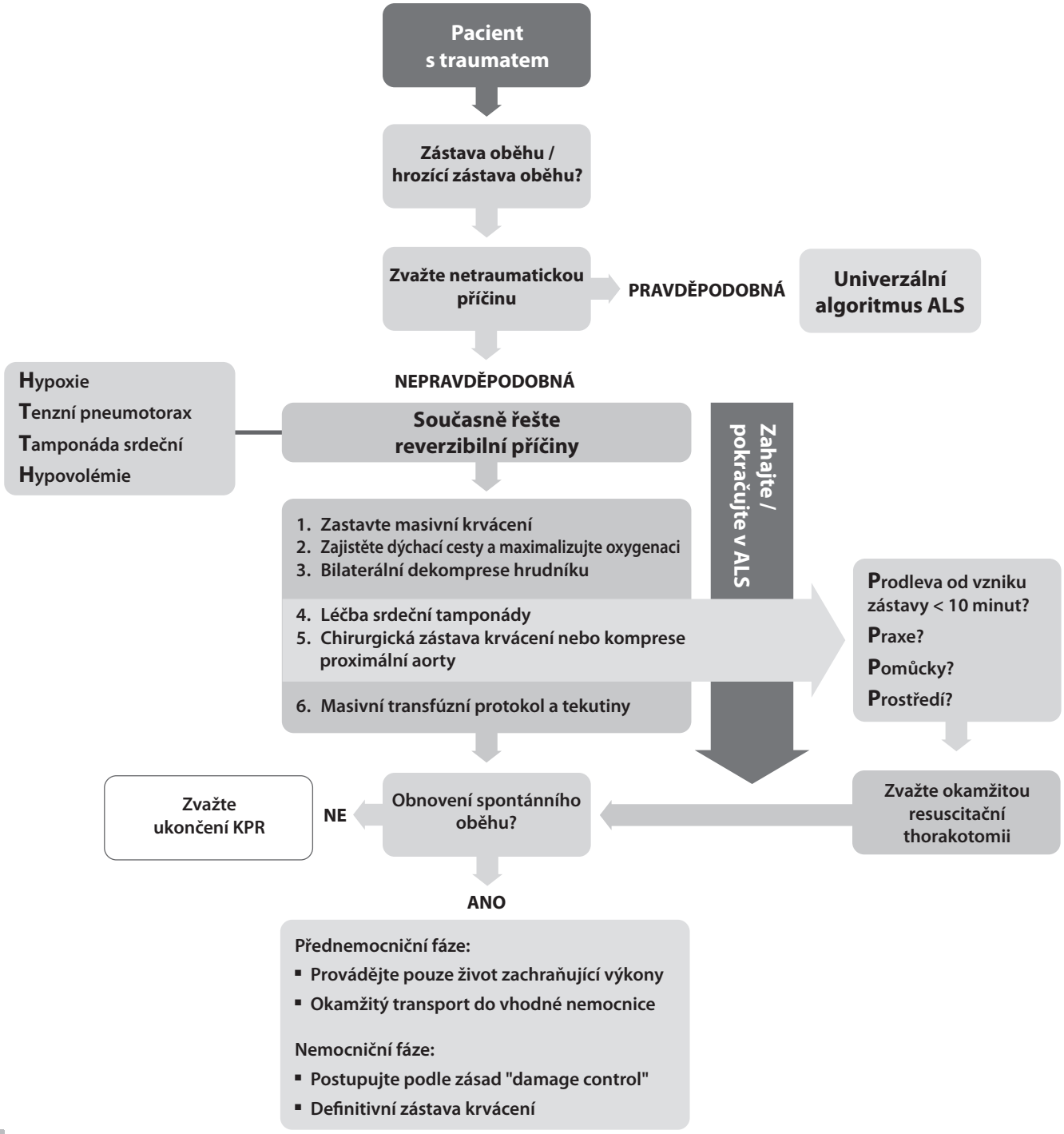
Anafylaxe je závažnou, život ohrožující, generalizovanou nebo systémovou reakcí hypersenzitivity. Vyznačuje se rychle se rozvíjejícími život

ohrožujícími příznaky, které postihují dýchací cesty, dýchání nebo krevní oběh, a obvykle jsou spojeny s kožními nebo slizničními změnami.[282–285] Adrenalin je nejdůležitějším lékem pro léčbu anafylaxe.[286,287] Léčebný algoritmus pro anafylaxi včetně správného dávkování adrenalinu je znázorněn na obrázku 1.10. Adrenalin je nejúčinnější tehdy, pokud je aplikován co nejdříve od začátku reakce.[288] Nežádoucí účinky jsou při podání správných dávek velmi vzácné. Pokud nedošlo ke zlepšení stavu pacienta, zopakujte intramuskulární dávku adrenalinu po 5 minutách. Nitrožilní adrenalin by měl být aplikován pouze specialisty, kteří mají z běžné klinické praxe zkušenosti s používáním a titrací vasopresorů.

Traumatická zástava oběhu

Traumatická zástava oběhu (TCA, traumatic cardiac arrest) je spojena s velmi vysokou letalitou, ačkoliv u pacientů s obnovením spontánního oběhu (ROSC) je při jejich přežití dosahováno mnohem lepšího neurologického výsledku oproti jiným příčinám zástavy oběhu.[289,290] Za traumatickou zástavu nesmí být chybně považována zástava oběhu z interních příčin, která vyžaduje léčbu podle univerzálního algoritmu ALS. Při zástavě oběhu způsobené hypovolemií, srdeční tamponádou nebo tenzním pneumotoraxem není srdeční masáž pravděpodobně tak účinná jako v případě normovolemické srdeční zástavy.[291,292] Z tohoto důvodu mají komprese hrudníku daleko menší prioritu v porovnání s okamžitým zaháněním léčby reverzibilních příčin zástavy oběhu (např. resuscitační thorakotomie, zástava krvácení apod.) (obrázek 1.11).

Obr. 1.11 Algoritmus pro traumatickou zástavu oběhu.



Tenzní pneumothorax

Tenzní pneumothorax se v přednemocniční péči vyskytuje přibližně u 5 % pacientů se závažným úrazem (u 13 % pacientů s traumatickou zástavou oběhu).[293–295] Punkční dekomprese hrudníku je rychle proveditelný výkon, který může provádět většina zaměstnanců záchranných služeb, ale její účinnost je omezená.[296,297] Jednoduchá thorakostomie je snadno proveditelná a běžně používaná v řadě lékařských systémů přednemocniční neodkladné péče u ventilovaných pacientů.[298,299] Zahrnuje první krok standardní hrudní drenáže: jednoduchý chirurgický řez a rychlou disekci do pleurální dutiny.

Tamponáda (srdeční)

Při srdeční tamponádě je letalita vysoká a pouze okamžitá dekomprese perikardiálního vaku poskytuje pacientům šanci na přežití. Pokud není možné při léčbě zástavy oběhu se suspektní traumatickou nebo netraumatickou srdeční tamponádou provést thorakotomii, zvažte perikardiocentézu pod ultrazvukovou kontrolou. Perikardiocentéza naslepo bez použití zobrazovacích metod je alternativou pouze pokud není ultrazvuk k dispozici.

Trombóza

Plicní embolie

Zástava oběhu v důsledku akutní plicní embolie je nejzávažnější klinickou manifestací žilní tromboembolie.[300] Udávaná četnost zástavy oběhu v důsledku plicní embolie je 2–9 % při mimonemocniční NZO,[183,301–303] a 5–6 % při zástaě oběhu v nemocnici.[304,305] Diagnostika akutní plicní embolie během zástavy oběhu je obtížná. Současné vyhodnocení anamnézy, klinických příznaků, kapnografie a echokardiografie (pokud je k dispozici) může pomoci stanovit diagnózu akutní plicní embolie během KPR s různým stupněm specificity a senzitivity. Zvažte podání fibrinolytické léčby pokud je akutní plicní embolie známou nebo suspektní příčinou srdeční zástavy. Pokračující KPR není kontraindikací pro podání trombolýzy. Potenciální přínos trombolýzy z hlediska možného zlepšení přežití převažuje nad případnými riziky v situacích, kde neexistuje žádné alternativní řešení (např. v přednemocniční péči).[258] Pokud je podáno fibrinolytikum, pokračujte v KPR po dobu nejméně 60–90 minut než může být resuscitace ukončena.[258,259]

Koronární trombóza

Správné stanovení příčiny zástavy oběhu může být u pacientů, kteří jsou již resuscitováni, obtížné, ačkoliv u nemocných s úvodní fibrilací komor bývá velmi pravděpodobnou příčinou ischemická choroba srdeční s uzávěrem velké koronární tepny. V těchto případech lze zvážit transport nemocných za kontinuální KPR do nemocnice a jejich okamžité předání do katetrizační laboratoře, pokud jsou v přednemocniční a nemocniční fázi poskytované péče vytvořeny pro takový postup podmínky. Zároveň musí být dostupné týmy se zkušenostmi s prováděním mechanické KPR a prováděním primární perkutánní koronární intervence (PPCI) za kontinuální KPR. Rozhodnutí pro transport za kontinuální KPR by mělo zohlednit reálnou šanci pacientů na přežití (např. spatřená zástava oběhu s úvodním defibrilovatelným rytmem (VF/pVT) a laickou KPR). Občasné obnovení spontánního oběhu rovněž podporuje rozhodnutí k transportu.[306]

Toxiny

Intoxikace obecně způsobují zástavu oběhu nebo úmrtí vzácně.[307] Pro otravy existuje několik specifických léčebných opatření, která zlepšují léčebné výsledky: dekontaminace, podpora eliminace a použití specifických antidot.[308–310] Aktivní uhlí je preferovaným způsobem gastrointestinální dekontaminace u pacientů při vědomí nebo u pacientů se zajištěnými dýchacími cestami. Léčba je nejúčinnější při podání do 1 hodiny od požití toxické látky.[311]

Specifická prostředí

Perioperační zástava oběhu

Nejčastější příčinou zástavy oběhu v souvislosti s anestezií je nemožnost zajištění průchodnosti dýchacích cest.[312,313] Zástava oběhu následkem krvácení je s výjimkou kardiochirurgie zatížena nejvyšší letalitou: pouze 10,3 % pacientů přežívá do propuštění z nemocnice.[314] Pacienti na operačním sále jsou za normálních okolností plně monitorováni, takže by neměla vzniknout žádná nebo jen minimální prodleva do rozpoznání zástavy oběhu.

Zástava oběhu po kardiochirurgických operacích

Zástava oběhu po velkých výkonech v kardiochirurgii je poměrně běžná. Výskyt v časné pooperační fázi je uváděn mezi 0,7–8 %.[315,316] Urgentní resternotomie je nedílnou součástí resuscitace po kardiochirurgické operaci, pokud byly vyloučeny všechny ostatní reverzibilní příčiny. Pokud jsou odpovídajícím způsobem zajištěny dýchací cesty a ventilace, a pokud při VF/pVT selhaly tři pokusy o defibrilaci, musí být okamžitě provedena resternotomie. Urgentní resternotomie je rovněž indikována při asystolii nebo PEA, jestliže jiné léčebné postupy selhaly. Resternotomie by měla být provedena kýmkoliv s náležitou odbornou přípravou během 5 minut od vzniku zástavy oběhu.

Zástava oběhu v katetrizační laboratoři

Zástava oběhu (obvykle na podkladě VF) může vzniknout během perkutánní koronární intervence (PCI) při infarktu myokardu s elevacemi ST úseku (STEMI) nebo bez elevací (non-STEMI). Zástava může být rovněž komplikací koronární angiografie. Ve specifickém prostředí s možností okamžité reakce na vznik monitorované VF se doporučuje provedení defibrilace bez předchozích kompresí hrudníku. V případě potřeby lze při neúspěchu prvního výboje nebo časné recidivě VF okamžitou defibrilaci zopakovat ještě dvakrát. Pokud VF přetrvává po prvních třech výbojích nebo nelze obnovení spontánního oběhu s jistotou potvrdit, musí být okamžitě zahájeny komprese hrudníku, ventilace a snaha nalézt dosud nevyřešenou příčinu zástavy pokračováním v koronární angiografii. Na angiografickém stole se skiaskopem nad pacientem je téměř nemožné zajistit dostatečnou hloubku a rychlost kompresí hrudníku při srdeční masáži. Personál je navíc vystaven vlivům nebezpečného záření. Z těchto důvodů je důrazně doporučeno časné použití mechanického resuscitačního přístroje.[317,318] Pokud nelze příčinu rychle vyřešit, existují důkazy o velmi nízké kvalitě, že lze jako rescue postup zvážit mimotělní podporu oběhu (ECLS), pokud je k dispozici odpovídající infrastruktura. Tento postup by měl být pravděpodobně upřednostněn před zavedením intraaortální balónkové kontrapulzace (IABP).[319]

Zástava oběhu na dialyzačním středisku

Náhlá srdeční smrt je nejčastější příčinou úmrtí u dialyzovaných pacientů a obvykle jí předchází komorová arytmie.[320] Hyperkalémie se spolupodílí na 2–5 % úmrtí u dialyzovaných pacientů.[321] Defibrilovatelný rytmus (VF/pVT) se u pacientů na hemodialýze vyskytuje častěji.[320,322,323] Většina výrobců dialyzačních přístrojů doporučuje před defibrilací zařízení od pacienta odpojit.[324]

Zástava oběhu v dopravních prostředcích

Akutní stavy na palubě letadel

Zástava oběhu na palubě letadla se vyskytuje s četností 1 případ na 5–10 000 000 přepravených cestujících. Úvodní defibrilovatelný rytmus se vyskytuje u 25–30 % nemocných.[325–328] Použití AED za letu může zajistit přežití do propuštění z nemocnice až u 33–50 % postižených.[325,328,329]

Zástava oběhu v prostředí LZS

Společnosti provozující leteckou záchrannou službu (LZS) běžně využívají pro přepravu pacientů v kritickém stavu vrtulníky nebo letecké ambulance s pevnými křídly. Zástava oběhu za letu může vzniknout u pacientů převážených přímo z místa zásahu, tak při transportu kriticky nemocných mezi nemocnicemi.[330,331]

Pokud je u monitorovaného pacienta zjištěn defibrilovatelný rytmus (VF/pVT) a lze rychle provést defibrilaci, okamžitě podejte v rychlém sledu až tři defibrilační výboje před zahájením kompresí hrudníku. Zvažte použití mechanického resuscitačního přístroje, který umožňuje v omezených prostorových podmínkách LZS provádět vysoce kvalitní komprese hrudníku.[332,333] Pokud je vznik zástavy oběhu během letu vysoce pravděpodobný, zvažte umístění pacienta na mechanický resuscitační přístroj ještě během jeho přípravy před vzletem.[334,335]

Zástava oběhu během sportovních činností

Každý náhlý a neočekávaný kolaps sportovce na hrací ploše, který ni-

Obr. 1.12 Řetězec přežití při tonutí.[337] Převzato se souhlasem Elsevier Ireland Ltd.

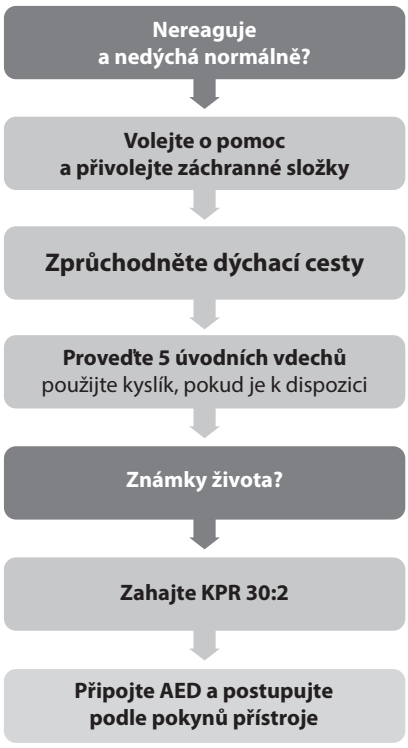
jak nesouvisí s nárazem nebo úrazem, je pravděpodobně kardiální etiologie. Aby postižený přežil, vyžaduje tento stav rychlé rozpoznání a účinnou léčbu. Pokud odpověď na léčbu selhává a na místě se nachází organizovaný zdravotnický tým, zvažte přemístění pacienta do oblasti chráněné před zraky médií a diváků. V případě úvodního defibrilovatelného rytmu (VF/pVT) odložte přesun postiženého až do doby po provedení prvních třech defibrilačních výbojů (největší pravděpodobnost úspěšné defibrilace je během prvních třech výbojů).

Záchrana z vody a tonutí

Utonutí je častou příčinou náhodného úmrtí.[336] Řetězec přežití při tonutí[337] popisuje pět článků důležitých pro zlepšení přežívání tonoucích (obrázek 1.12).

Náhodní svědci hrají klíčovou úlohu během úvodních pokusů o záchranu a resuscitaci.[338–340] Organizace ILCOR přezkoumala specifické prognostické ukazatele. Bylo zjištěno, že potopení pod hladinu na dobu kratší než 10 minut je spojeno s velmi vysokou šancí na příznivý léčebný výsledek.[18] Věk, dojezdová doba zdravotnické záchranné služby (ZZS), sladká nebo slaná voda, teplota vody, ani přítomnost svědků nejsou spolehlivými prediktory přežití. Ponoření do ledové vody může prodloužit časové okno pro přežití a opodstatnit tak prodloužení pátracích a záchranných činností.[341–343] Postup pro základní neodkladnou resuscitaci po tonutí (obrázek 1.13) odráží zásadní požadavek na rychlé zmírnění hypoxie.

Obr. 1.13 Algoritmus resuscitace po tonutí pro vyškolené zachránce s povinností poskytnout pomoc.



Akutní stavy v divočině a venkovním prostředí

Obtížně přístupný terén a vzdálené oblasti

V porovnání s městskými oblastmi je přístup do některých lokalit komplikovaný a tato místa mohou být poměrně vzdálená od organizované zdravotní péče. Šance na dobrý výsledek léčby zástavy oběhu mohou nižší vlivem opožděného zásahu a déletrvajícího transportu.

Kdykoliv je to možné, transportujte pacienta letecky.[344,345] Organizační zajištění letecké záchranné služby (LZS) příznivě ovlivňuje léčebný výsledek.[346–348]

Výšková nemoc

Vzhledem k rostoucí oblibě cestování do vysokých nadmořských výšek se v tomto prostředí zvyšuje počet turistů s kardiovaskulárními a metabolickými predispozicemi pro vznik srdeční zástavy. Resuscitace ve vysoké nadmořské výšce se neliší od standardní KPR. V prostředí s nižším pO_2 je oproti místům na úrovni moře provádění KPR pro zachránce více vyčerpávající a průměrný počet účinných kompresí hrudníku se může snížit již během první minuty KPR.[349–351] Kdykoliv je to možné, použijte mechanický resuscitační přístroj. Pokud není možné pacienta transportovat ani zajistit léčbu reverzibilní příčiny, je pokračování v resuscitaci marné a KPR by měla být ukončena.

Zasypání lavinou

V Evropě a Severní Americe si laviny každoročně vyžádají asi 150 obětí. Úmrtí vznikají zejména následkem asfyxie, někdy ve spojení s úrazem a podchlazením. Mezi prognostické faktory patří závažnost poranění, doba úplného zasypání, volné dýchací cesty, teplota tělesného jádra a plazmatická koncentrace draslíku.[352] Pro oběti lavinových nehod se zástavou oběhu se zpřísnila indikační kritéria pro déletrvající KPR a ohřívání mimotělními metodami za účelem snížit počet pacientů léčených metodami mimotělní podpory oběhu (ECLS) zbytečně. Rozhodovací algoritmus pro léčbu pacientů po úplném zasypání lavinou je znázorněn na obrázku 1.14.

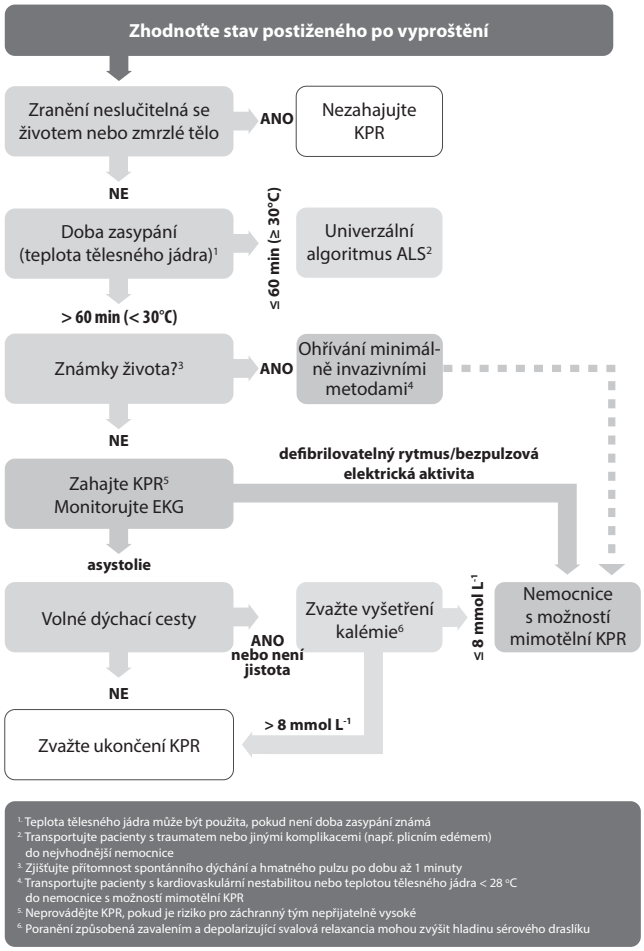
Poranění bleskem a úrazy elektrickým proudem

Úrazy elektrickým proudem nejsou časté, ale způsobují potenciálně devastující multiorgánová poranění s vysokou morbiditou a letalitou. Každoročně dochází k 0,54 úmrtím na 100 000 obyvatel. Vždy se přesvědčte, že je zdroj elektrického proudu vypnutý, a nepřibližujte se k postiženému dokud to není bezpečné. Poranění úderem blesku jsou vzácná, celosvětově způsobují asi 1000 úmrtí ročně.[353] Pacienti v bezvědomí s pruhovitými nebo kruhovitými popáleninami na kůži (bleskové obrazce) by měli být léčeni jako pacienti po úderu bleskem.[354] Závažnost popálenin (termických nebo elektrických), nekróza myokardu, rozsah poškození centrálního nervového systému a sekundární multiorgánové selhání rozhodují o morbiditě a dlouhodobé prognóze těchto pacientů.

Hromadné neštěstí

Pro stanovení léčebných priorit použijte třídící systém. Za rozhodnutí o použití třídícího systému pro hromadné postižení zdraví a tím odepření KPR postiženým s bezprostředním rizikem smrti (včetně postižených bez známek života) je zodpovědný vedoucí zdravotnické složky, který je zpravidla nejzkušenějším pracovníkem ZZS na místě zásahu. Výcvik umožňuje rychlé a správné rozpoznání postižených, kteří vyžadují život zachraňující výkony, a snižuje riziko poskytování marné péče pacientům s infaustní prognózou.

Obr. 1.14 Algoritmus pro lavinovou nehodu.



[1] Teplota tělesného jádra může být použita, pokud není doba zasypání známá
[2] Transportujte pacienty s traumatem nebo jinými komplikacemi (např. plicním edémem) do nejvhodnější nemocnice
[3] Zjišťujte přítomnost spontánního dýchání a hmatného pulzu po dobu až 1 minuty
[4] Transportujte pacienty s kardiovaskulární nestabilitou nebo teplotou tělesného jádra < 28 °C do nemocnice s možností mimotělní KPR
[5] Neprovádějte KPR, pokud je riziko pro záchranný tým nepřijatelně vysoké
[6] Poranění způsobená zavalením a depolarizující svalová relaxancia mohou zvýšit hladinu sérového draslíku

Specifické skupiny nemocných

Zástava oběhu spojená se závažnými komorbiditami

Astma

K většině úmrtí v souvislosti s astmatem dochází před přijetím pacientů do nemocnice.[355] Zástava oběhu u nemocných s astmatem je často terminální událostí, která navazuje na různě dlouhé období hypoxie. Modifikace standardních doporučení pro rozšířenou neodkladnou resuscitaci zahrnuje zvážení potřeby včasné tracheální intubace. Při podezření na dynamickou hyperinflaci během KPR může dojít k uvolnění vzduchu z plic stlačením hrudníku při současném rozpojení tracheální rourky.

Pacienti s mechanickou srdeční podporou

Potvrzení zástavy oběhu může být v těchto případech obtížné. U nemocných s invazivní monitorací by měla být zástava oběhu potvrzena, jakmile dojde k vyrovnání hodnot arteriálního a centrálního žilního tlaku. U nemocných bez invazivní monitorace jsou absence známek života a zástava dechu považovány za příznaky zástavy oběhu. Pacienti s implantovanou levostrannou mechanickou srdeční podporou (LVAD) by měli být léčeni podle stejného algoritmu jako nemocní po kardiochirurgických operacích. Při bezpulzové elektrické aktivitě (PEA) vypněte kardiostimulaci a zkontrolujte, zda není základním rytmem maskovaná fibrilace komor, která musí být léčena defibrilací. Nepřímá srdeční masáž by měla být zahájena při selhání úvodních resuscitačních postupů. Důležité je vždy provést kontrolu dýchacích cest a ventilace. U pacientů s asystolií nebo fibrilací komor může být zachován dostatečný průtok krve mozkem vlivem přiměřeného a setrvalého průtoku krve čerpadlem. Pokud zůstává pacient při vědomí a reaguje, nepřímá srdeční masáž nebude nutná a získáte tak na léčbu arytmie více času. Resternotomie by měla být provedena při zástavě oběhu, která vznikne do 10 dnů od operace.

Zástava oběhu při neurologických onemocněních

Srdeční zástava spojená s akutním neurologickým onemocněním je poměrně vzácná. Může vzniknout při subarachnoidálním krvácení, krvácení do mozku, epileptickém záchvatu nebo ischemické cévní mozkové příhodě.[356] Zástava oběhu nebo dechu vzniká u 3–11 % pacientů se subarachnoidálním krvácením,[357] úvodní rytmus je obvykle nedefibrilovatelný. Pacienti se subarachnoidálním krvácením však mohou mít na EKG změny svědčící pro akutní koronární syndrom.[358]
U pacientů s neurologickou symptomatologií lze po obnovení spontánního oběhu zvážit provedení CT vyšetření mozku. Zda bude CT vyšetření provedeno před nebo po koronární angiografii bude záviset na klinickém úsudku a zvážení pravděpodobnosti subarachnoidálního krvácení nebo akutního koronárního syndromu.[4]

Obezita

V roce 2014 trpělo nadváhou více než 1,9 miliardy dospělých (39 %), z toho více než 600 milionů (13 %) bylo obézních. Tradiční kardiovaskulární rizikové faktory (hypertenze, diabetes, hyperlipoproteinémie, ischemická choroba srdeční, srdeční selhání, hypertrofie levé komory) jsou u obézních pacientů běžné. Obezita je spojena se zvýšeným rizikem náhlé srdeční smrti.[359] Pro resuscitaci obézních pacientů nejsou doporučeny žádné změny v pořadí jednotlivých výkonů, ačkoliv u nich může být náročné provádění účinné KPR.

Zástava oběhu v těhotenství

Od 20. týdne těhotenství může děloha utlačovat dolní dutou žílu i aortu a zhoršovat tak žilní návrat i srdeční výdej. U pacientek v pokročilém stupni těhotenství (např. v třetím trimestru) může být při srdeční masáži nezbytné umístění rukou o trochu výše na hrudní kosti.[360] Pro snížení komprese dolní duté žíly odtlačte manuálně dělohu doleva. Pokud je to proveditelné (např. na operačním sále), přidejte naklonění celého trupu doleva, zatímco hrudník zůstává položený na pevné podložce. Při vzniku zástavy oběhu u těhotné ženy zvažte urgentní hysterotomii nebo provedení císařského řezu. Od 24.–25. týdne gravidity je nejvyšší šance na přežití novorozence při porodu dítěte do 5 minut od vzniku srdeční zástavy u matky.[361]

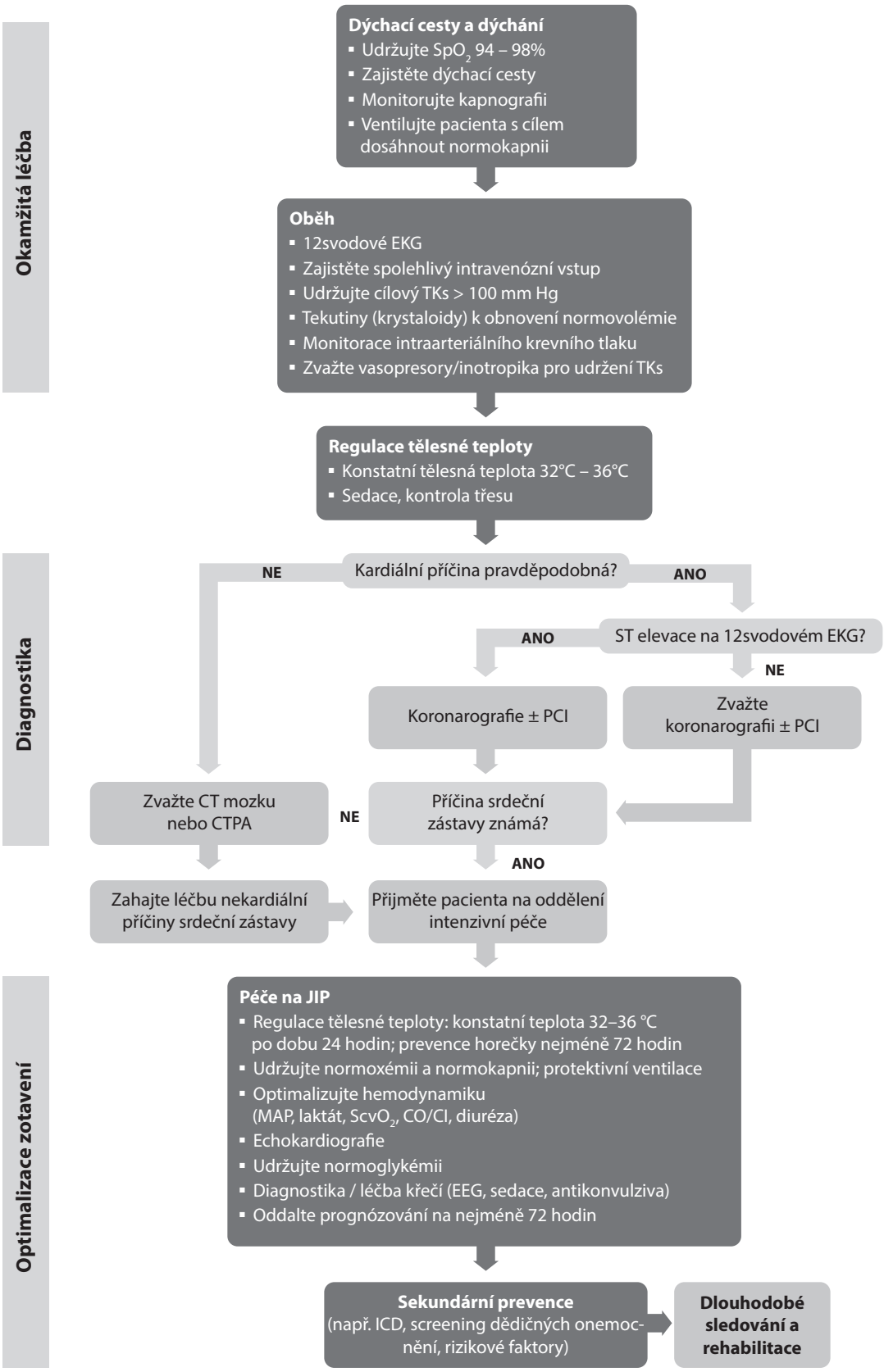
Pacienti ve vyšším věku

Více než 50 % pacientů resuscitovaných pro mimonemocniční NZO je ve věku 65 let a starších.[362] Při léčbě pacientů se srdeční zástavou ve vyšším věku nejsou nutné žádné odchylky od běžných resuscitačních postupů. Zachránci by však měli vědět, že u starších osob dochází častěji ke zlomeninám hrudní kosti a žeber.[363–365] Výskyt poranění způsobených resuscitací se zvyšuje s délkou trvání KPR.[365]

PORESUSCITAČNÍ PÉČE

Úspěšné obnovení spontánního oběhu (ROSC) je prvním krokem ke kompletnímu zotavení ze srdeční zástavy. Komplex patofyziologických procesů, které se objevují po úspěšné resuscitaci v důsledku globální ischémie během srdeční zástavy a následné reperfúze během KPR, se nazývá syndrom po srdeční zástavě.[366] V závislosti na příčině srdeční zástavy a závažnosti syndromu po srdeční zástavě vyžaduje mnoho pacientů podporu orgánových funkcí. Léčba, která je poskytována během poresuscitačního období signifikantně ovlivňuje klinický výsledek a především kvalitu neurologického zotavení.[367–373] Algoritmus poresuscitační péče (Obr. 1.15) ukazuje některé z klíčových intervencí požadovaných k optimalizaci klinického výsledku.

Obr. 1.15. Algoritmus poresuscitační péče.
TKs – systolická hodnota krevního tlaku; PCI – perkutánní koronární intervence; CTPA – CT plicní angiogram; JIP – jednotka intenzivní péče; MAP – střední hodnota arteriálního tlaku; $ScvO_2$ – saturace hemoglobinu kyslíkem ve smíšené žilní krvi; CO/CI – srdeční výdej/srdeční index; EEG – elektroencefalografie; ICD – implantabilní kardioverter-defibrilátor



Syndrom po srdeční zástavě

Syndrom po srdeční zástavě zahrnuje poškození mozku, myokardiální dysfunkci, systémovou ischemickou-reperfuzní odpověď a přetrvávající účinek primárního inzultu.[366, 374, 375] Závažnost syndromu závisí na délce trvání a příčině srdeční zástavy. V případě krátké srdeční zástavy nemusí být syndrom rozvinut v plné šíři. Selhání oběhu je příčinou mnoha úmrtí v prvních třech dnech, zatímco poškození mozku je příčinou většiny pozdních úmrtí.[376–378] Ukončení postupů orgánové podpory je nejčastější příčinou smrti (přibližně 50 %) u pacientů s nepříznivou prognózou,[378,379] význam plánu posouzení prognózy pacienta je zásadní (viz níže). Poškození mozku po srdeční zástavě může být zhoršeno selháním mikrocirkulace, poruchou autoregulace, hypotenzí, hyperkapnií, hypoxémií, hyperoxémií, pyrexií, hypoglykémií, hyperglykémií a křečemi. Významná myokardiální dysfunkce je po srdeční zástavě běžná, typicky se vyskytuje 2. až 3. den, přestože úplné zotavení může trvat významně delší dobu.[380–382] Celotělová ischémie-reperfuze aktivuje imunitní a koagulační děje, které se podílejí na vzniku multiorgánového selhání a zvyšují riziko infekce.[383] Syndrom po srdeční zástavě má mnoho znaků společných se sepsí, včetně hypovolemie, vasodilatace, poškození endotelu a abnormality v mirkocirkulaci.[384–390]

Dýchací cesty a dýchání

Hypoxémie a hyperkapnie zvyšují pravděpodobnost recidivy srdeční zástavy a mohou přispívat k sekundárnímu poškození mozku. Řada animálních studií prokazuje poškození postischemických neuronů v důsledku hyperoxémií navozeným oxidativním stresem.[391] Prakticky všechna humánní data jsou získána z registrů intenzivní péče a ukazují rozporuplné výsledky ohledně dopadu hyperoxémie po resuscitaci.[392] Recentní studie sledující efekt kyslíkové terapie u infarktu myokardu s ST elevacemi ukázala, že oxygenoterapie zhoršuje poškození myokardu, vede k rekurenci infarktu myokardu a závažným kardiálním arytmiím a byla spojena s větším rozsahem infarktu po 6 měsících.[393] Vzhledem k údajům o poškození kyslíkem po srdečním infarktu a zhoršení neurologického poškození po srdeční zástavě, by měla být co nejdříve monitorována jak arteriální saturace kyslíku (vyšetřením krevních plynů nebo pulzním oxymetrem), tak titrována inspirační koncentrace kyslíku k udržení arteriální saturace krve kyslíkem v rozmezí 94–98 %. Zároveň je nutné se vyvarovat hypoxémie, která je rovněž škodlivá. Proveďte měření saturace arteriální krve kyslíkem před snížením inspirační koncentrace kyslíku.

Zvažte tracheální intubaci, sedaci a řízenou ventilaci u všech pacientů s alterací mozkových funkcí. Po srdeční zástavě může hypokapnie způsobená hyperventilací vest k cerebrální ischémii.[394–396] Observační studie využívající registr po srdeční zástavě dokumentují vztah mezi hypokapnií a nepříznivým neurologickým výsledkem.[397,398] Do doby získání nových údajů z prospektivních studií je zatím rozumné upravovat ventilaci s cílem dosáhnout normokapnii a k monitoraci využívat kapnometrii a hodnoty krevních plynů.

Krevní oběh

Akutní koronární syndrom (AKS) je častou příčinou mimonemocniční zástavy oběhu: v recentní metaanalýze je prevalence akutní koronární léze udávána v rozmezí 59 až 71 % u pacientů po mimonemocniční zástavě bez zřejmé nekardiální etiologie. [399]

Mnoho observačních studií ukázalo, že urgentní srdeční katetrizace, včetně časné perkutánní koronární intervecne (PCI), je u pacientů s ROSC proveditelná.[400,401] Invazivní postupy (časná koronární angiografie následovaná okamžitou PCI) u pacientů s prolongovanou resuscitací a nespecifickými změnami na EKG zůstává kontroverzní z důvodu absence důkazů a signifikantních dopadů na související náklady (včetně zajištění transportů do kardiocenter).

Perkutánní koronární intervence u pacientů po KPR s elevacemi ST úseku

Na základě dostupných dat by mělo být provedeno urgentní katetrizační vyšetření a případně neodkladná PCI u dospělých pacientů po obnovení spontánního oběhu po mimonemocniční zástavě při podezření na kardiální příčinu a nálezu ST elevací na EKG (doporučení s nízkou kvalitou evidence). Observační studie ukazují, že optimální klinický výsledek po mimonemocniční zástavě oběhu je dosažen kombinací cílené regulace tělesné teploty a PCI. Tyto postupy mohou být součástí standardizovaného protokolu pro poresuscitační péči a zahrnuty do komplexní strategie pro dosažení lepšího neurologického výsledku.[401–403]

Perkutánní koronární intervence u pacientů po KPR bez elevací ST úseku

Na rozdíl od typické symptomatologie AKS u pacientů bez zástavy oběhu jsou standardní metody průkazu koronární ischemie u nemocných po srdeční zástavě méně přesné. Senzitivita a specificita klinických příznaků, EKG a biomarkerů k predikci akutní koronární okluze jako příčiny mimonemocniční zástavy oběhu není jasná.[404–407] Několik rozsáhlých observačních studií ukázalo, že absence ST elevací může být u pacientů s obnovením oběhu po mimonemocniční zásztavě rovněž spojena s AKS.[408–411] U pacientů bez ST elevací existují rozporuplná data ohledně potenciálního přínosu urgentního kardiálního katetrizačního vyšetření.[410, 412, 413] Je vhodné zvážit provedení urgentní srdeční katetrizace po obnovení oběhu u pacientů s nejvyšším rizikem koronární příhody jako možné příčiny jejich srdeční zástavy. Přítomnost faktorů jakými jsou věk pacienta, trvání KPR, hemodynamická nestabilita, srdeční rytmus, neurologický stav před přijetím do nemocnice a pravděpodobná kardiální etiologie může ovlivnit rozhodnutí k provedení intervence v akutní fázi nebo až později během pobytu v nemocnici.

Indikace a načasování CT vyšetření

Kardiální příčina mimonemocniční zástavy oběhu byla v posledních desetiletích rozsáhle studována, ale o nekardiálních příčinách toho zatím známe málo. Časné rozpoznání respirační nebo neurologické příčiny by umožnilo transportovat pacienty na specializované jednotky intenzivní péče (JIP) k poskytnutí optimální péče. Zlepšení poznatků o prognóze rovněž umožňuje diskuse o nasazení specifických terapeutických postupů včetně cílené regulace tělesné teploty. Respirační nebo neurologickou příčinu lze zjistit časným provedením CT vyšetření mozku a hrudníku po přijetí do nemocnice, před nebo po provedení koronární angiografie. Při absenci známek nebo symptomů podporujících neurologickou nebo respirační příčinu (např. bolesti hlavy, křeče nebo neurologický deficit pro příčiny neurologické, dušnost nebo dokumentovaná hypoxie u pacientů trpících známým a zhoršeným onemocněním dýchacího systému) nebo pokud jsou přítomné klinické nebo EKG známky myokardiální ischémie, je koronární angiografie indikována jako prioritní vyšetření s CT vyšetřením až následně při neprokázání jasné příčiny. Několik sérií kasuistických sdělení ukázalo, že tato strategie umožňuje diagnostikovat nekardiální příčinu srdeční zástavy u podstatné části pacientů.[358,414]

Podpora krevního oběhu

Poresuscitační myokardiální dysfunkce je příčinou hemodynamické nestability, která se může projevovat hypotenzí, nízkým srdečním výdejem a arytmiemi.[380,415]

U všech pacientů je doporučeno provést časnou echokardiografii za účelem detekce a určení závažnosti myokardiální dysfunkce.[381,416] Poresuscitační myokardiální dysfunkce často vyžaduje inotropní podporu.

Léčba může být vedena podle krevního tlaku, tepové frekvence, diurézy, dynamiky laktátu a saturace centrální žilní krve. Opakování echokardiografie je vhodné zejména u pacientů hemodynamicky nestabilních. U pacientů na JIP je nezbytný arteriální katetr pro kontinuální monitoraci arteriálního tlaku.

Podobně, jako u sepse je doporučen léčebný postup založený na konceptu časné cílem řízené terapie (early goal-directed therapy),[417] přestože existují práce zpochybňující přínos tohoto konceptu[418–420] a pro léčebnou strategii po srdeční zástavě je navrhován balíček opatření obsahující mj. i individualizovaný cílový krevní tlak.[370] Při absenci definitivních dat umožňující formulovat jednoznačné a univerzální cílové hodnoty je doporučeno udržovat střední arteriální tlak k dosažení adekvátní diurézy (1 ml/kg/hod) a normální nebo snižující se plasmatické hladiny laktátu. Současně je nutno brát zřetel na individuální hodnoty krevního tlaku každého pacienta, příčinu srdeční zástavy a závažnost myokardiální dysfunkce.[366] Tyto cílové hodnoty se mohou lišit v závislosti na individuální fyziologii a komorbiditách pacienta. Co je však důležité, že hypotermie může zvýšit diurézu[421] a zhoršit clearance laktátu. [415]

Implantabilní kardioverter-defibrilátory

Zvažte zavedení implantabilního kardioverteru-defibrilátoru (ICD) u pacientů s ischemií a významnou dysfunkcí levé srdeční komory, kteří byli resuscitováni z důvodu komorové arytmie vzniklé později než za 24–48 hodin po primární koronární příhodě.[422–424]

Neurologické následky (optimalizace zotavení neurologických funkcí)

Mozková perfuze

Animální studie ukazují, že okamžitě po obnovení spontánního oběhu nastupuje krátké období multifokální mozkové "no-reflow" fáze, která je následovaná přechodnou globální cerebrální hyperémií trvající 15–30 minut.[425–427] Tato fáze je následována mozkovou hypoperfuzí trvající asi 24 hodin, zatímco se rychlost metabolismu kyslíku v mozku postupně upravuje.

Po asfyktické srdeční zástavě se po obnovení oběhu přechodně rozvíjí edém mozku, který je ale pouze vyjímečně spojen s klinicky významným zvýšením nitrolebního tlaku.[428,429] U mnoha pacientů je po určitou dobu po srdeční zástavě porušena autoregulace mozkového krevního průtoku (zcela chybí nebo je tzv. posunuta doprava), což znamená, že cerebrální perfúze závisí dominantně na hodnotě mozkového perfuzního tlaku místo aby reflektovala metabolickou potřebu mozkové tkáně.[430,431] Z toho důvodu by měl být po obnovení oběhu udržován střední arteriální tlak přibližně na hodnotách odpovídajících normálním hodnotám krevního tlaku daného pacienta.[12]

Sedace

Přestože je běžnou klinickou praxí nemocné po obnovení spontánního oběhu sedovat a ventilovat po dobu nejméně 24 hodin, není dostatek dat, která by podporovala a definovala dobu ventilační podpory, sedace a svalové relaxace po srdeční zástavě.

Kontrola křečové aktivity

Křeče se po srdeční zástavě objevují přibližně u jedné třetiny pacientů, kteří zůstávají po obnovení oběhu v bezvědomí. Nejčastěji se vyskytují ve formě myoklonů (18–25 %), dále se vyskytují fokální nebo generalizované tonicko-klonické křeče nebo kombinace různých typů křečí.[376,432–434] Klinicky přítomné konvulze včetně myoklonů mohou, ale nemusí, být epileptogenního původu. Za křeče mohou být zaměněny jiné projevy motorické aktivty a existuje mnoho typů myoklonů, z nichž většina je neepileptogenních.[435,436] Využití intermitentní elektroencefalografie (EEG) je doporučeno k detekci epileptické aktivity u pacientů s klinicky manifestní křečovou aktivitou. Kontinuální EEG lze zvážit k monitoraci pacientů s diagnostikovaným status epilepticus a k monitoraci efektivity léby. Křeče mohou vést ke zvýšení mozkového metabolismu[437] a mají potenciál zhoršit poškození mozku, které bylo způsobeno srdeční zástavou. Zajistěte léčbu valproátem sodným, levetiracetamem, fenytoinem, benzodiazepiny, propofolem nebo barbituráty. Myoklony mohou být obtížně léčitelné a fenytoin často není účinný. Propofol je účinný k potlačení postanoxických myoklonů.[438] Klonazepam, valproát sodný a levetiracetam jsou léky, které mohou být k potlačení postanoxických myoklonů účinné.[436]

Kontrola glykémie

Po resuscitaci existuje těsný vztah mezi mezi vysokou hladinou glykémie a nepříznivým neurologickým výsledkem.[261,439,440] Na základě dostupných dat, je doporučeno po obnovení oběhu udržovat hladinu glykémie ≤ 10 mmol/l (180 mg/dl) a vyhnout se hypoglykémii.[441] U dospělých pacientů po obnovení oběhu po srdeční zástavě není doporučeno provádění striktní těsné kontroly glykémie z důvodu zvýšeného rizika epizod hypoglykémie.

Regulace tělesné teploty

Hypertermie (hyperpyrexie) je v prvních 48 hodinách po srdeční zástavě běžná.[261,442–445] Několik studií dokumentuje vztah mezi pyrexií po srdeční zástavě a nepříznivým klinickým výsledkem.[261,442,444–447] Přestože vliv zvýšené teploty na klinický výsledek nebyl prokázán, považuje se za odůvodněné léčit hypertermii po srdeční zástavě antipyretiky a u pacientů v bezvědomí zvážit jejich aktivní chlazení.

Animální a humánní data naznačují, že mírná indukovaná hypotermie je neuroprotektivní a po předchozím období globální mozkové hypoxie-ischémie zlepšuje klinický výsledek.[448,449] Všechny studie zabývající se indukcí mírné hypotermie u pacientů po srdeční zástavě zahrnovaly pouze pacienty v bezvědomí. Jedna randomizovaná studie a pseudo-randomizovaná studie prokázaly u pacientů v bezvědomí po mimonemocniční zástavě oběhu na podkladě fibrilace komor zlepšení jejich neurologického výsledku při propuštění z nemocnice nebo s odstupem 6 měsíců.[450,451] Ochlazování bylo zahájeno v průběhu minut až hodin po obnovení oběhu, rozmezí cílové teploty 32–34 °C bylo udržováno po dobu 12–24 hodin.

Ve studii TTM (Targeted Temperature Management) bylo 950 pacientů s obnovením oběhu bez ohledu na srdeční rytmus během srdeční zástavy randomizováno ke kontrole tělesné teploty po dobu 36 hodin (28 hodin trvala kontrola tělesné teploty na cílovou hodnotu, následně probíhalo pomalé ohřívání) na cílovou teplotu 33 °C nebo 36 °C.[376] Za využití přísných protokolů byla odhadována prognóza pacientů a vysazení život zachraňující léčby (WLST, withdrawal of life-sustaining treatment). V primárním cíli, tj. celkové mortalitě, nebyl prokázán rozdíl a neurologický výsledek za 6 měsíců byl rovněž srovnatelný (hazard ratio (HR) pro mortalitu 1,06, 95% CI 0,89–1,28; relativní riziko (RR) pro úmrtí nebo nepříznivý neurologický výsledek po 6 měsících 1,02, 95% CI 0,88–1,16). Podrobně zjišťovaný neurologický výsledek po 6 měsících byl rovněž srovnatelný.[452,453] Zajímavé je, že pacienti měli tělesnou teplotu dobře kontrolovanou v obou větvích studie, takže se horečce předcházelo v obou skupinách.

Termín cílená regulace tělesné teploty (TTM, targeted temperature management) je nyní preferován před dříve používaným termínem terapeutická hypotermie. Pracovní skupina ILCOR pro rozšířenou neodkladnou resuscitaci vytvořila pro cílenou kontrolu tělesné teploty doporučení[175], která jsou reflektována v doporučeních ERC:

- Udržujte konstantní cílovou tělesnou teplotu mezi 32–36 °C u pacientů, kde je kontrola teploty používána (silné doporučení, střední úroveň evidence).
- Zůstává nejasné, zda některé subpopulace pacientů po srdeční zástavě mohou mít přínos z nižší (32–34 °C) nebo vyšší (36 °C) teploty. Pro ověření je nutné vyčkat na výsledky dalších studií.
- Cílená regulace tělesné teploty je doporučena pro dospělé pacienty po mimonemocniční zástavě oběhu s úvodním defibrilovatelným rytmem a přetrvávajícím bezvědomím po obnovení spontánního oběhu (silné doporučení, nízká úroveň evidence).
- Cílenou regulaci tělesné teploty je navrženo používat u dospělých pacientů po mimonemocniční zástavě oběhu s úvodním nedefibrilovatelným rytmem a přetrvávajícím bezvědomím po obnovení spontánního oběhu (slabé doporučení, velmi nízká úroveň evidence).
- Cílenou regulaci tělesné teploty je navrženo používat u dospělých pacientů po zástavě oběhu v nemocnici a přetrvávajícím bezvědomím po obnovení spontánního oběhu bez ohledu na úvodní rytmus (slabé doporučení, velmi nízká úroveň evidence).
- Pokud je používán protokol cílené regulace tělesné teploty, je navržena doba trvání minimálně 24 hodin (jak bylo používáno ve dvou největších dřívějších randomizovaných klinických studiích[376,450]) (slabé doporučení, velmi nízká úroveň evidence).

Kdy regulovat tělesnou teplotu?

Bez ohledu na zvolenou cílovou teplotu je k dosažení a udržení cílového teplotního rozmezí vyžadována aktivní kontrola tělesné teploty. Předchozí doporučení navrhovalo zahájit chlazení co nejdříve po obnovení oběhu, ale toto doporučení bylo vytvořeno pouze na základě preklinických dat a jejich extrapolace do praxe.[454] Animální data naznačují, že časnější chlazení po obnovení oběhu vede k lepšímu léčebnému výsledku.[455,456] Výsledky observačních studií a jejich interpretace jsou komplikovány faktem, že u některých pacientů existuje vztah mezi rychlejším spontánním ochlazením a horším neurologickým výsledkem.[457–459] Nelze vyloučit hypotézu, že pacienti s nejzávažnějším neurologickým poškozením jsou více náchylní ke ztrátě vlastní schopnosti regulace tělesné teploty.

Randomizovaná studie na přednemocniční chlazení s použitím rychlé nitrožilní aplikace velkého množství chladného infuzního roztoku bezprostředně po obnovení oběhu prokázala oproti chlazení zahájenému až po přijetí do nemocnice zvýšený výskyt recidivujících srdečních zástav během transportu a plicních edémů.[460] Přestože není nekontrolované podávání studených roztoků v přednemocniční fázi doporučeno, může být intravenozní podání studených roztoků zdůvodnitelné, pokud je pacient dobře monitorován a cílem postupu je dosažení nižší cílové teploty (např. 33 °C). Strategie časného chlazení jiným způsobem než za pomoci rychlého intravenózního podání velkých objemů studených roztoků ani chlazení během KPR v přednemocniční fázi zatím nebyly dostatečným způsobem prozkoumány.

Jak regulovat tělesnou teplotu?

Přestože dosud neexistují data, která by umožňovala preferovat nějaký konkrétní způsob chlazení, který by byl spojen s lepšími výsledky přežití, lze konstatovat, že tzv. vnitřní ochlazovací systémy umožňují přesnější kontrolu cílové teploty ve srovnání s metodami zevními.[461,462] Výskyt tzv. rebound hypertermie je spojen s horším klinickým výsledkem.[463,464] Ohřátí pacienta by mělo být prováděno pomalu. Optimální rychlost ohřívání není známa, ale konsenzuálně je v současnosti doporučována rychlost kolem 0,25–0,5 °C za hodinu.[465]

Prognózování (předpovídání klinického výsledku)

Kapitola o prognózování byla pro potřeby Doporučených postupů ERC 2015 upravena podle stanoviska „Advisory Statement on Neurological Prognostication in Comatose Survivors of Cardiac Arrest",[466] zpracovaného členy pracovní skupiny ERC pro rozšířenou neodkladnou resuscitaci a Sekcí pro trauma a urgentní medicínu ESICM (European Society of Intensive Care Medicine).

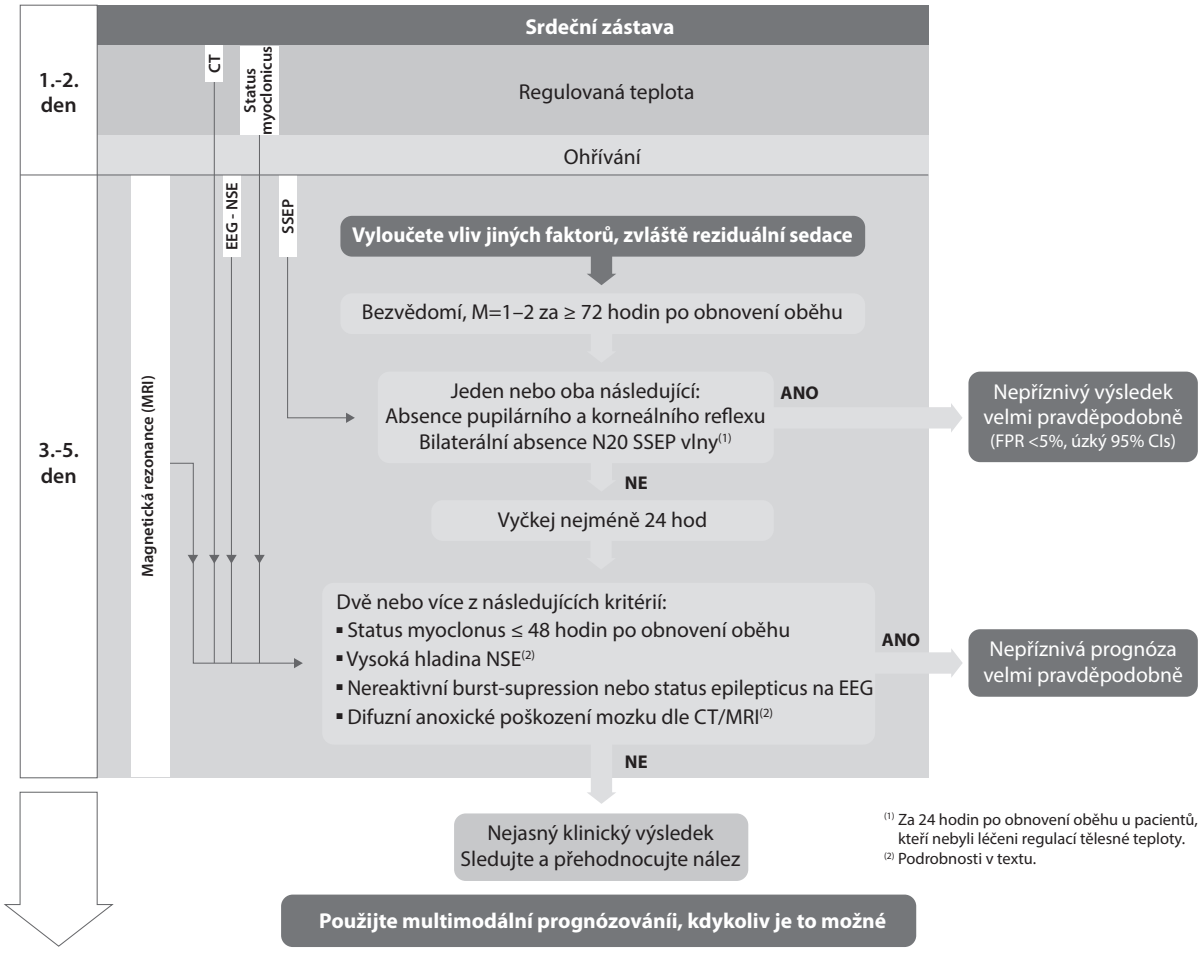
Hypoxicko-ischemické poškození mozku je po resuscitaci z důvodu srdeční zástavy obvyklé.[467] Dvě třetiny pacientů, kteří po mimonemocniční zástavě oběhu umírají po přijetí na JIP, umírají z důvodu neurologického poškození; což bylo prokázáno jak před zavedením[468] , tak po zavedení strategie cílené kontroly tělesné teploty[376–378] v poresuscitační péči. Většina těchto pacientů zemřela po vysazení život zachraňující léčby (WLST, withdrawal of life sustaining treatment) na základě předpovědi nepříznivého neurologického výsledku.[377,378] Z toho důvodu je minimalizace rizika falešně pesimistické predikce zcela zásadní. Optimálně je predikce nepříznivého klinického výsledku vyjádřená pomocí tzv. false positive rate (FPR), které se rovná nule s nejužším možným intervalem spolehlivosti (CI). Nicméně, většina studií zabývajících se prognózováním zahrnují tak málo pacientů, že pokud je FPR 0 %, je často horní limit 95% intervalu spolehlivosti vysoký.[469,470] Kromě toho je mnoho studií znehodnoceno tzv. self-fulfilling prophecy (sebenaplňujícím se předpokladem), kde je základním bias skutečnost, že ošetřující lékaři nejsou zaslepeni k výsledkům prediktorů dalšího vývoje a užívají je k rozhodování o WLST.[469,471]

Cílená regulace tělesné teploty, sedativa nebo svalová relaxancia mohou navíc potenciálně interferovat s prognostickými známkami, především s těmi, které jsou založeny na klinickém vyšetření.[376–378] Multimodální přístup k prognózování je proto zásadní a zahrnuje: klinické vyšetření, elektrofyziologické metody, biomarkery a zobrazovací techniky.

Pečlivé klinické neurologické vyšetření zůstává základem pro prognózování komatozních pacientů po srdeční zástavě.[473] Provádějte každodenní důkladné klinické vyšetření k detekci známek neurologického zotavení (např. cílená uvědomělá hybnost) nebo identifikaci klinických známek svědčících pro možnou smrt mozku.

Obr. 1.16 Algoritmus strategie prognózování klinického výsledku

EEG – elektroencefalografie; NSE – neuronspecifická enoláza; SSEP – somatosensorické evokované potenciály; ROSC – obnovení spontánního oběhu.



Proces zotavení mozku po globálním postanoxickém poškození končí u většiny pacientů během 72 hodin od zástavy.[474,475] Nicméně u pacientů, kteří dostávali nějaká sedativa během 12hodinového časového intervalu předcházejícím výše uvedenému okamžiku 72 hodin po obnovení oběhu, může být spolehlivost neurologického vyšetření a klinických příznaků nižší.[472] Dříve než je provedeno rozhodující zhodnocení, je nutné vyloučit hlavní faktory, které mohou vést k falešným závěrům.[476,477] Mezi tyto faktory patří mimo sedativa a svalová relaxancia rovněž hypotermie, závažná hypotenze, hypoglykémie, metabolické a respirační poruchy. Přerušení podávání sedativ a svalových relaxancií je nutné po adekvátní dobu, tak, aby byla vyloučena jejich interference s klinickým vyšetřením. Pokud je to možné, jsou preferovány léky s krátkodobým účinkem. Při předpokladu reziduálního účinku sedativ nebo svalových relaxancií, zvažte podání antidot k antagonizaci účinku těchto léků.

Algoritmus strategie předpovědi klinickho výsledku (Obr. 1.16) lze použít u všech pacientů, kteří zůstávají v bezvědomí s nepřítomnou nebo pouze extenční motorickou odpovědí na bolest v době ≥72 hodin po obnovení oběhu. V tomto okamžiku jsou zváženy rovněž výsledky časnějšího prognostického testování.

Prvním krokem by mělo být vyhodnocení tzv. nejrobustnější známky odhadu klinického výsledku. Tyto prediktory mají nejvyšší specificitu a přesnost (FPR <5 % s 95% CI <5 % u pacientů léčených cílenou regulací tělesné teploty) a byly dokumentovány v několika studiích nejméně od třech různých výzkumných skupin. Obsahují bilaterální absenci pupilárního reflexu v době ≥72 hodin od obnovení spontánního oběhu a bilaterální absenci vlny N20 při vyšetření somatosensorických evokovaných potenciálů (SSEP) po ohřátí pacienta (tato poslední známka by měla být zhodnocena za ≥24 hodin od obnovení oběhu u pacientů, kteří nebyli léčeni cílenou regulací tělesné teploty). Na základě názoru expertů doporučujeme v tomto časovém okamžiku používat pro predikci nepříznivého výsledku kombinaci absence pupilárního reflexu a korneálního reflexu. Okulární reflexy a SSEP si udržují svoji prediktivní hodnotu bez ohledu na tělesnou teplotu.[478,479]

Pokud žádná z výše uvedených známek není k predikci nepříznivého výsledku přítomna, může být vyhodnocena skupina méně přesných prediktorů, ale jejich stupeň spolehlivosti bude nižší. Tyto prediktory mají FPR <5 %, ale široký 95% CI než předchozí nebo jejich práh není v prognostických studiích konzistentní. Mezi tyto prediktory patří přítomnost časného status myoclonus (v průběhu 48 hodin od obnovení oběhu), vysoká hodnota serové neuron specifické enolázy (NSE) za 48–72 hodin po obnovení oběhu, nereaktivní maligní EEG nález (burst-suppression, status epilepticus) po ohřátí pacienta, přítomnost významné redukce poměru šedé hmoty mozkové oproti bílé hmotě (GM/WM) nebo setření sulků na CT mozku v průběhu 24 hodin od obnovení oběhu nebo přítomnost difuzních ischemických změn na mozkové magnetické rezonanci (MRI) za 2–5 dnů po obnovení oběhu. Na základě názorů expertů navrhujeme vyčkat minimálně 24 hodin po prvním zhodnocení prognózy, potvrdit přetrvávající bezvědomí s 1–2 body za motorickou odpověď podle GCS, a pak teprve použít tento druhy set prediktorů. Pro stanovení prognózy je rovněž navrženo kombinovat minimálně dva z těchto prediktorů.

Zatím nelze doporučit žádný specifický práh NSE pro predikci nepříznivého výsledku s FPR 0 %. Ideálně by každá nemocniční laboratoř vyšetřující NSE měla určit svoji vlasní normální hodnotu a hraniční hladinu podle metody, kterou používá. Posuzování hodnot v delší časové ose je doporučeno k detekci trendu NSE a ke snížení rizika falešně pozitivního výsledku.[480]

Přestože nejrobustnější prediktory nevykazují v mnoha studiích falešně pozitivní výsledky, žádný z nich nepredikuje samostatně nepříznivý výsledek s absolutní jistotou. Navíc jsou tyto prediktory mnohdy používány pro rozhodování o WLST s rizikem sebenaplňující předpovědi. Z tohoto důvodu doporučujeme, aby bylo prognózování založeno na využití více modalit kdykoli je to možné, dokonce i při přítomnosti některého z těchto prediktorů. Multimodální přístup podle některých malých studií také zvyšuje bezpečnost a sensitivitu prognózování.[481–484]

Kliničtí lékaři by měli zvážit sledování v delším časovém období, kdykoliv existuje nejistota ohledně možného výsledku. Absence klinického zlepšení v čase naznačuje možný horší klinický výsledek. Třebaže bylo posáno "probuzení" i za déle než 25 let po zástavě,[485–487] u většiny přeživších dojde k obnovení vědomí do jednoho týdne.[376,488–491] V recentní observační studii[490] došlo u 94 % pacientů k obnovení vědomí v průběhu 4,5 dne od dosažení normotermie a u zbývajících 6 % do 10 dnů. Pozdější návrat vědomí nevylučuje dobrý neurologický výsledek.[490]

Rehabilitace

Navzdory považování neurologického výsledku za dobrý se vyskytují u přeživších pacientů často kognitivní a emoční problémy nebo zvýšená únavnost.[452,492–494] Dlouhodobá kognitivní dysfunkce, většinou mírná, je přítomna u poloviny pacientů.[453,495,496] Mírné kogntitivní problémy nejsou často zdravotnickým personálem rozpoznány a ani nemohou být detekovány standardními škálami jako je CPC (Cerebral Performance Categories) nebo MMSE (Mini-Mental State Examination).[452,497] Jak kognitivní, tak emoční problémy významně ovlivňují každodenní aktivity pacienta, jeho návrat do zaměstnání a následnou kvalitu života.[494,498,499] Proces propuštění pacienta z nemocnice by měl probíhat systematicky. Propuštění může být zajištěno lékařem nebo specializovanými sestrami a mělo by obsahovat minimálně screening kognitivních dysfunkcí a emocionáních problémů a předání potřebných informací.

Dárcovství orgánů

Dárcovství orgánů by mělo být zváženo u nemocných s obnovením spontánního oběhu, kteří na základě neurologických kritérií splňují definici smrti mozku.[500] U komatózních pacientů, u nichž bylo provedeno rozhodnutí o ukončení život zachraňujících léčby, by mělo být po smrti zváženo dárcovství orgánů. Dárcovství orgánů může být rovněž zváženo u jedinců, kde není KPR úspěšná a nelze dosáhnout obnovení spontánního oběhu. Všechna rozhodnutí zvažující darování orgánů musí probíhat v souladu s platnou legislativou a etickými požadavky.

Screening dědičných onemocnění

Mnoho náhlých úmrtí je způsobeno něměm strukturálním onemocněním srdce, velmi často onemocněním koronárního řečiště, ale rovněž primárními srdečními arytmiemi, kardiomyopatií, familiární hypercholesterolemií nebo předčasnou ischemickou chorobou srdeční. Screening dědičných onemocnění u příbuzných je v rámci primární prevence zásadní, neboť umožňuje nasazení preventivní antiarytmické léčby a sledování lékařem.[154,155,501]

Centra pro pacienty se srdeční zástavou

V přežívání pacientů se srdeční zástavou existuje velká variabilita mezi nemocnicemi, které pečují o tyto pacienty po resuscitaci.[261,371,502–506] Mnoho studií popisuje u pacientů se srdeční zástavou spojitost mezi výsledky přežití do propuštění z nemocnice a jejich transportem do specializovaného centra pro pacienty se srdeční zástavou (v ČR kardiocentra), ačkoliv v nich byla zjištěna nekonzistence v nemocničních faktorech ovlivňujících klinický výsledek.[368,371,504,507,508] Rovněž je patrná variabilita v nabídce služeb, které takové centrum pro pacienty se srdeční zástavou definují. Většina expertů souhlasí, že centrum musí mít okamžitě a 24 hodin denně dostupnou katetrizační laboratoř a vybavení pro cílenou regulaci tělesné teploty.

RESUSCITACE DĚTÍ

Základní neodkladná resuscitace dětí

Podle stanoviska ILCOR k pořadí úvodních kroků základní neodkladné resuscitace není rozdíl mezi sekvencí CAB (srdeční masáž, zprůchodnění dýchacích cest, umělé dýchání) a sekvencí ABC (zprůchodnění dýchacích cest, umělé dýchání, srdeční masáž).[509–511] Vzhledem k tomu, že je v Evropě již sekvence ABC zavedenou a dobře známou metodou provádění KPR u dětí, rozhodla pracovní skupina ERC pro resuscitaci dětí, že by používání této sekvence mělo být zachováno i nadále, neboť byla v souladu s předchozími doporučenými postupy pro resuscitaci již použita k výuce mnoha set tisíc zdravotníků a laiků.

Pořadí úkonů při základní neodkladné resuscitaci

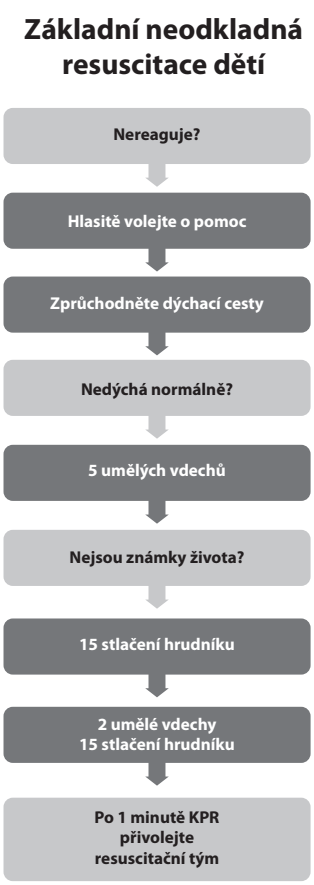
Zachránci, kteří jsou proškoleni v základní neodkladné resuscitaci dospě-

lých nebo technice samotné srdeční masáže a kteří nemají specifické znalosti o resuscitaci dětí, mohou tento postup použít, neboť výsledek by byl horší při neprovádění resuscitace vůbec. Zařazení umělých vdechů mezi úkony neodkladné resuscitace u dítěte je však vždy lepší, neboť vzhledem k asfyktické etiologii většiny srdečních zástav u dětí je zajištění ventilace nezbytnou součástí účinné resuscitace.[119,120] Laici, kteří nejsou specialisté, ale chtějí být proškoleni v neodkladné resuscitaci dětí, protože za ně mají zodpovědnost (např. učitelé, zdravotníci ve školách, plavčíci), by měli být instruováni, že je u dětí oproti resuscitaci dospělých vhodnější zvolit odlišný postup a provést úvodem pět umělých vdechů a provádět resuscitaci po dobu jedné minuty, než odejdou zavolat pomoc (viz doporučené postupy pro základní neodkladnou resuscitaci dospělých).

Základní neodkladná resuscitace (BLS) prováděná zachránci s povinností poskytnout pomoc

Níže uváděný postup musí být respektován zachránci, kteří poskytují pomoc dětem při stavech ohrožujících život v rámci plnění svých pracovních povinností (obvykle zdravotničtí profesionálové) (Obr. 1.17). Ačkoliv tento postup popisuje ventilaci vydechovaným vzduchem, zdravotničtí pracovníci zodpovědní za léčbu dětí mají obvykle možnost použít ventilaci samorozpínacím vakem s obličejovou maskou, jsou v této technice proškoleni a měli by ji použít k provádění umělých vdechů.

Obr. 1.17 Algoritmus základní neodkladné resuscitace u dětí



1. Zajistěte bezpečnost zachránce a dítěte
2. Zkontrolujte, zda dítě reaguje
- Dítě stimulujte a hlasitě se zeptejte: „Jsi v pořádku?"

3A. Pokud dítě odpovídá, reaguje pláčem nebo pohybem:
- Ponechejte dítě v poloze, ve které se nachází (pokud mu nehrozí další nebezpečí).
- Zkontrolujte jeho stav a zavolejte pomoc.
- Kontrolujte jeho stav v pravidelných intervalech.

3B. Pokud dítě neodpovídá:
- Zavolejte hlasitě o pomoc.
- Opatrně otočte dítě na záda.
- Zprůchodněte dýchací cesty záklonem hlavy a vytahováním brady vzhůru.
  - Položte ruku na čelo dítěte a mírně zakloňte hlavu.
  - Současně svými prsty, které položíte pod špičku brady dítěte, vytahujte jeho bradu směrem vzhůru. Nestlačujte měkké tkáně pod bradou, abyste nezpůsobili obstrukci dýchacích cest, což je obzvlášť důležité u dětí do 1 roku.
  - Pokud přetrvávají obtíže s udržením dýchacích cest průchodných, vyzkoušejte předsunutí dolní čelisti: položte dva prsty každé ruky za úhel mandibuly a předsouvejte dolní čelist směrem dopředu.

Předpokládejte vysokou míru rizika poranění krční páteře; pokud takové riziko existuje, pokuste se zprůchodnit dýchací cesty samotným předsunutím dolní čelisti. Pokud samotné předsunutí dolní čelisti nevede k dostatečné průchodnosti dýchacích cest, přidávejte v malých krocích záklon hlavy, dokud nejsou dýchací cesty průchodné.

4. Udržujte průchodné dýchací cesty, přibližte svůj obličej k obličeji dítěte a pozorujete hrudník, abyste pohledem, poslechem a vnímáním dechu zjistili, zda dítě normálně dýchá:
- Pozorujte pohyby hrudníku.
- Poslouchejte dýchání u nosu a úst dítěte
- Vnímejte vydechovaný proud vzduchu na své tváři.

V prvních minutách po zástavě dechu a oběhu může mít dítě pomalé občasné lapavé nádechy (gasping). Vyšetřujte dýchání pohledem, poslechem a vnímáním dechu maximálně po dobu 10 sekund. Pokud máte jakékoliv pochybnosti, zda dítě dýchá normálně, postupujte jako když normálně nedýchá.

5A. Pokud dítě normálně dýchá:
- Otočte dítě na bok do zotavovací polohy (viz níže). Pokud je v anamnéze úraz, předpokládejte možnost poranění krční páteře.
- Pošlete někoho, aby přivolal pomoc nebo přivolejte pomoc sami – aktivujte zdravotnickou záchrannou službu.
- Kontrolujte, zda dítě stále normálně dýchá.

5B. Pokud dítě nedýchá normálně nebo nedýchá vůbec:
- Opatrně odstraňte zjevné překážky v dýchacích cestách.
- Proveďte pět úvodních umělých vdechů.
- Během provádění umělých vdechů si všímejte reakce dítěte v podobě kašle nebo dávení. Tyto reakce budou součástí vašeho posouzení „známek života", které je popsáno níže.

Umělé vdechy u dítěte do 1 roku

Obr. 1.18 Dýchání z úst do úst a nosu u dětí do 1 roku

- Udržujte hlavu v neutrální poloze (jelikož je obvykle hlava kojence ležícího na zádech flektovaná, může být potřebná částečná extenze – stočený ručník nebo přikrývka vložená pod horní část trupu pomáhá udržet správnou polohu) a vytahujte bradu vzhůru.
- Nadechněte se, překryjte ústa a nos dítěte svými ústy a pevně je přitiskněte. Pokud u většího kojence nemohou být zakryta ústa i nos

současně, zachránce se může pokusit zakrýt jen samotný nos nebo samotná ústa dítěte (pokud je vdechováno nosem, uzavřete rty, abyste zabránili úniku vzduchu) (Obr. 1.18).
- Vydechujte rovnoměrně do úst a nosu dítěte po dobu přibližně jedné sekundy, aby se hrudník viditelně zvedl.
- Udržujte hlavu i bradu ve stále stejné poloze, oddalte svoje ústa od pacienta a sledujte pokles hrudníku během vydechnutí.
- Znovu se nadechněte a celý postup opakujte, aby bylo provedeno celkem pět vdechů.

Umělé vdechy u dítěte nad 1 rok věku

Obr. 1.19 Dýchání z úst do úst u dětí nad 1 rok

- Proveďte záklon hlavy a vytahujte bradu vzhůru.
- Palcem a ukazováčkem vaší ruky položené na čele stiskněte měkkou část nosu a uzavřete nosní dírky.
- Ponechte ústa dítěte pootevřená, ale stále vytahujte bradu vzhůru.
- Nadechněte se, obemkněte svými rty ústa dítěte a pevně je utěsněte (Obr. 1.19).
- Vydechujte do úst dítěte rovnoměrně po dobu přibližně jedné sekundy, sledujte, zda se hrudník zvedá.
- Při stálém udržování hlavy v záklonu a vytahování brady vzhůru, oddalte svoje ústa od pacienta a sledujte pokles hrudníku během vydechnutí.
- Znovu se nadechněte a celý postup opakujte, aby bylo provedeno celkem pět vdechů. Účinné umělé vdechy vyvolávají pohyb hrudní stěny, který je podobný běžnému dýchání.

Pro všechny děti platí, že pokud se účinného umělého dýchání nedaří dosáhnout vůbec nebo jen s obtížemi, může být přítomna obstrukce dýchacích cest:
- Otevřete ústa dítěte a odstraňte viditelnou překážku. Neprovádějte pátrání prstem naslepo.
- Změňte polohu hlavu. Zajistěte dostatečný záklon hlavy a vytažení brady vzhůru, ale současně zabraňte přílišné hyperextenzi.
- Pokud záklon hlavy a vytažení brady nezprůchodní dýchací cesty, použijte metodu předsunutí dolní čelisti.
- Proveďte maximálně pět pokusů o umělý vdech, pokud vdechy nejsou účinné, přejděte ke stlačování hrudníku.

6. Zhodnoťte stav krevního oběhu dítěte
Za dobu maximálně 10 sekund:
Sledujte známky života, což znamená jakýkoliv pohyb, kašel nebo normální dýchání (lapavé, občasné nebo nepravidelné nádechy nejsou projevem normálního dýchání). Pokud provádíte kontrolu tepu pohmatem, zásadně se nezdržujte déle než 10 sekund. Vyšetřování tepu je nespolehlivé a proto se rozhodnutí, zda pacient vyžaduje resuscitaci, musí provést na základě celkového klinického obrazu. Pokud nejsou známky života, zahajte resuscitaci.[40,41]

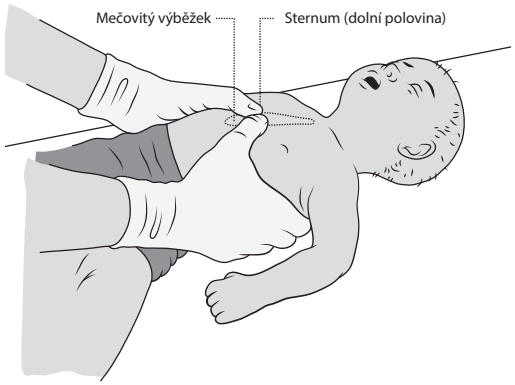
7A. Pokud jsou v průběhu 10 sekund známky života zcela jistě přítomné:
- Pokud je to nutné, pokračujte v umělém dýchání do doby než dítě začne samo účinně dýchat.
- Pokud přetrvává bezvědomí, otočte dítě na bok (do zotavovací polohy, opatrně při úrazu v anamnéze).
- Často opakujte kontrolu zdravotního stavu.

7B. Pokud nejsou známky života přítomné:
- Zahajte srdeční masáž.
- Střídejte stlačování hrudníku a umělé vdechy v poměru 15 stlačení hrudníku po každých dvou umělých vdeších.

Srdeční masáž
U dětí jakéhokoliv věku stlačujte dolní polovinu hrudní kosti. Hrudní kost stlačte pokaždé do hloubky alespoň jedné třetiny předozadního průměru hrudníku. Poté tlak na hrudník úplně uvolněte a opakujte s frekvencí 100–120 stlačení za minutu. Po 15 stlačeních hrudníku zakloňte hlavu, vytáhněte bradu vzhůru a proveďte dva účinné umělé vdechy. Pokračujte ve stlačování hrudníku a umělém dýchání v poměru 15:2.

Srdeční masáž u dětí do 1 roku

Obr. 1.20 Srdeční masáž u dětí do 1 roku



Samotný zachránce stlačuje hrudní kost špičkami dvou natažených prstů (Obr. 1.20). Pokud jsou přítomni dva nebo více zachránců, použijte techniku obemknutí hrudníku. Položte palce na plocho vedle sebe na dolní polovinu hrudní kosti dítěte (jako výše), aby jejich špičky mířily směrem k hlavě dítěte. Roztáhněte ostatní prsty obou rukou a obemkněte jimi spodní část hrudníku dítěte. Prsty mají podpírat záda dítěte. Při použití obou metod stlačujte dolní část hrudní kosti do hloubky alespoň jedné třetiny předozadního průměru hrudníku nebo 4 cm.[512]

Srdeční masáž u dětí nad 1 rok

Obr. 1.21 Srdeční masáž prováděná jednou rukou u dětí nad 1 rok

Obr. 1.22 Srdeční masáž prováděná oběma rukama u dětí nad 1 rok

V místě dolního spojení oboustranných žeber ve střední čáře najděte polohu mečovitého výběžku hrudní kosti, abyste zabránili stlačování horní části břicha. O šíři jednoho prstu blíže k hlavě položte zápěstní část dlaně na hrudní kost dítěte. Zvedněte prsty, čímž nebudete tlačit na žebra dítěte. Nakloňte se nad hrudník pacienta, propněte svoji horní končetinu v loktech a stlačujte hrudní kost do hloubky alespoň jedné třetiny předozadního průměru hrudníku nebo 5 cm (Obr. 1.21).[512,513] U větších dětí nebo masáži prováděné menšími zachránci je výhodnější použít obě ruce s propletenými prsty (Obr. 1.22).

8. Nepřerušujte resuscitaci dokud:
- Dítě nezačne jevit známky života (začíná se probouzet, hýbat, otevírat oči a normálně dýchat).
- Nedorazí na místo další zdravotnický personál, který se do resuscitace zapojí nebo ji převezme.
- Nejste vyčerpáni.

Kdy přivolat pomoc?
Pokud dojde u dítěte ke ztrátě vědomí, je pro zachránce velmi důležité získat co nejrychleji pomoc.
- Pokud se na místě nachází více zachránců, jeden z nich zahajuje resuscitaci, zatímco druhý odejde přivolat pomoc.
- Pokud je přítomen pouze jeden zachránce, provádí před přivoláním pomoci základní neodkladnou resuscitaci přibližně po dobu jedné minuty nebo 5 cyklů KPR. Aby se minimalizovalo přerušení resuscitace, lze přenést menší dítě nebo kojence k místu, odkud je možné přivolat pomoc.
- Pokud jste na místě sami a spatříte náhlý kolaps dítěte, kdy existuje podezření na primárně kardiální příčinu srdeční zástavy, nejprve zavolejte pomoc a poté zahajte kardiopulmonální resuscitaci, neboť dítě bude pravděpodobně potřebovat urgentní defibrilaci. Jedná se však o nepříliš častou situaci.

Automatizovaná externí defibrilace a základní neodkladná resuscitace
Pokračujte v KPR dokud není přinesen AED. Připojte AED a postupujte podle jeho pokynů. Pro děti ve věku 1–8 let použijte dětské samolepící elektrody s omezovačem energie výboje, pokud jsou dostupné, jak je vysvětleno v kapitole Základní neodkladná resuscitace dospělých a automatická externí defibrilace.[1]

Zotavovací poloha
Dítě v bezvědomí s průchodnými dýchacími cestami a normálním dýcháním, by mělo být uloženo na bok do zotavovací polohy. Existuje několik modifikací zotavovací polohy a všechny mají za cíl zabránit obstrukci dýchacích cest a snížit pravděpodobnost aspirace tekutin jako jsou sliny, sekrety nebo zvratky.

Obstrukce dýchacích cest cizím tělesem
Podezření na obstrukci dýchacích cest cizím tělesem mějte v situaci s náhlým začátkem, pokud nejsou přítomné příznaky žádného jiného onemocnění. Mohou být přítomné varovné příznaky, které by měly zachránce na možnost obstrukce upozornit, např. anamnéza přijímání stravy nebo hry s malými předměty bezprostředně před nástupem příznaků (Tab. 1.1).
Údery mezi lopatky, stlačování hrudníku nebo stlačování nadbřišku jsou manévry, které zvyšují nitrohrudní tlak a mohou vypudit cizí těleso z dýchacích cest. Pokud prováděním jednoho manévru neuspějete, použijte další a střídejte je, dokud není těleso odstraněno (Obr. 1.23).
Nejvýznamnější odlišnost oproti dospělým spočívá v tom, že stlačování nadbřišku by nemělo být používáno u dětí do jednoho roku. Možná poranění po stlačeních nadbřišku jsou sice popsána ve všech věkových kategoriích, ale u novorozenců, kojenců a mladších dětí je nebezpečí obzvlášť vysoké. Z tohoto důvodu se doporučené postupy u dětí do 1 roku a nad 1 rok věku liší.

Rozpoznání obstrukce dýchacích cest cizím tělesem
Aktivní intervence k odstranění obstrukce dýchacích cest cizím tělesem jsou potřebné až v okamžiku, kdy přestane být kašel účinný. Potom ale musejí být provedeny rychle a důrazně.

Tabulka 1.1 Příznaky obstrukce dýchacích cest cizím tělesem

Obecné příznaky obstrukce dýchacích cest cizím tělesem	
Vznik v přítomnosti svědků	
Kašel nebo známky dušení	
Náhlý začátek	
Informace o předchozím příjmu potravy nebo hře s malými předměty	
Neúčinný kašel	**Účinný kašel**
Nemožnost mluvení	Pláč nebo slovní odpověď na položené otázky
Tichý nebo neslyšný kašel	Hlasitý kašel
Nemožnost dýchání	Možnost nadechnutí se před kašlem
Cyanóza	Zcela při vědomí
Zhoršování stavu vědomí	

Obr. 1.23 Algoritmus léčby obstrukce dýchacích cest cizím tělesem u dětí

Léčba obstrukce dýchacích cest cizím tělesem u dětí

Postup při obstrukci dýchacích cest cizím tělesem

1. Bezpečnost a přivolání pomoci

Aplikován je princip nikdy neškodit, tzn. pokud je dítě schopné dýchat a kašlat, byť obtížně, povzbuďte je ve spontánním úsilí. V této situaci nijak neintervenujte, abyste nezpůsobili posunutí cizího tělesa a zhoršení problému, např. vznikem úplné obstrukce dýchacích cest.

- Pokud dítě účinně kašle, není nutný žádný manévr. Povzbuzujte dítě ke kašli a nadále sledujte jeho stav.
- Pokud je kašel neúčinný (nebo se stává neúčinným), okamžitě přivolejte někoho na pomoc a zhodnoťte stav vědomí dítěte.

2. Dítě s obstrukcí dýchacích cest cizím tělesem při vědomí

- Pokud je dítě stále při vědomí, ale nekašle nebo kašle neúčinně, proveďte údery mezi lopatky.
- Pokud údery mezi lopatky nezlepší stav způsobený obstrukcí, proveďte rázná stlačení hrudníku u dětí do jednoho roku a prudká stlačení nadbřišku u dětí nad 1 rok. Tyto manévry nahrazují kašel, zvyšují nitrohrudní tlak a mohou cizí těleso vypudit.

Pokud není cizí těleso vypuzeno údery mezi lopatky a dítě je stále při vědomí, použijte u dítěte do jednoho roku prudké stlačování hrudníku a u dítěte nad jeden rok prudká stlačování nadbřišku. Neprovádějte stlačování nadbřišku (Heimlichův manévr) u dětí do jednoho roku.
Po provedení prudkých stlačení hrudníku nebo nadbřišku přehodnoťte stav dítěte. Pokud nebylo těleso vypuzeno a dítě je stále při vědomí, pokračujte v sekvenci úderů mezi lopatky a prudkých stlačení hrudníku (do 1 roku) nebo nadbřišku (nad 1 rok). Zavolejte nebo pošlete někoho pro pomoc, pokud ještě není na místě. Dítě v této fázi neopouštějte.

Pokud bylo cizí těleso úspěšně vypuzeno, znovu zhodnoťte klinický stav pacienta. Je možné, že část cizího tělesa v dýchacích cestách zůstala a způsobí komplikace. Jestliže máte jakékoliv pochybnosti, vyhledejte odbornou pomoc. Prudká stlačení nadbřišku mohou způsobit vnitřní poranění a všichni pacienti, kterým byly abdominální komprese prováděny, by měli být vyšetřeni lékařem.[514]

3. Dítě s obstrukcí dýchacích cest cizím tělesem v bezvědomí

Pokud je dítě s obstrukcí dýchacích cest cizím tělesem v bezvědomí nebo do něj upadá, položte je na pevnou rovnou podložku. Zavolejte nebo pošlete někoho pro pomoc, pokud ještě není na místě. Dítě v této fázi neopouštějte a postupujte následovně:

Zprůchodnění dýchacích cest

Otevřete ústa a zjistěte, zda je cizí těleso vidět. Pokud cizí těleso vidíte, pokuste se je pomocí jednoho prstu odstranit. Nepokoušejte se o pátrání prstem naslepo – mohlo by dojít k zatlačení tělesa hlouběji do oblasti hrtanu a vzniku poranění.

Umělé dýchání

Zprůchodněte dýchací cesty záklonem hlavy a vytažením brady vzhůru a pokuste se podat 5 umělých vdechů. Posuzujte účinnost každého z vdechů: jestliže vdech nezpůsobí zvednutí hrudníku, před dalším pokusem o vdech změňte polohu hlavy.

Stlačování hrudníku a KPR

- Pokuste se o 5 umělých vdechů. Pokud nedojde ke zlepšení stavu (pohyb, kašel, spontánní dýchání), pokračujte ihned stlačováním hrudníku, aniž byste kontrolovali stav oběhu.
- Postupujte podle algoritmu KPR pro jednoho zachránce přibližně jednu minutu nebo 5 cyklů patnácti stlačení a dvou vdechů před přivoláním záchranné služby (pokud již nebylo provedeno někým dalším).
- Před umělým vdechem otevřete ústa a zkontrolujte, zda není v dutině ústní vidět cizí těleso.
- Pokud cizí těleso vidíte, pokuste se je pomocí jednoho prstu odstranit.
- Pokud se zdá, že došlo k odstranění obstrukce, zprůchodněte a zkontrolujte dýchací cesty, jak bylo popsáno výše; proveďte umělé vdechy, pokud dítě nedýchá samo.
- Pokud dítě nabude vědomí a dýchá dostatečným způsobem spontánně, otočte je do bezpečné polohy na boku (zotavovací poloha) a sledujte dýchání a stav vědomí do příjezdu ZZS.

Rozšířená neodkladná resuscitace dětí

Zhodnocení stavu kriticky nemocného nebo poraněného dítěte – prevence náhlé zástavy dechu a oběhu

Sekundární zástavy oběhu, způsobené respiračním nebo oběhovým selháním, jsou u dětí častější než primární zástavy oběhu v důsledku srdečních arytmií.[147,515–524] Tzv. asfyktické nebo respirační zástavy jsou rovněž častější u mladších dospělých (např. trauma, tonutí nebo otravy).[119,525] Protože jsou výsledky přežití srdeční zástavy u dětí špatné, prioritou je rozpoznání situací, které oběhovému nebo respiračnímu selhání předcházejí. Účinný a včasný zásah v této fázi může zachránit život.

Pořadí provedených vyšetření a intervencí se u kteréhokoliv vážně nemocného dítěte řídí principy ABCDE.

- A znamená dýchací cesty (airway).
- B znamená dýchání (breathing).
- C znamená krevní oběh (circulation).
- D znamená neurologické vyšetření (disability).
- E znamená celkové vyšetření (exposure).

Témata zahrnutá pod písmena D a E přesahují rozsah těchto doporučených postupů, ale jsou vyučována v kurzech rozšířené neodkladné resuscitace dětí (EPLS).

Přivolání pediatrického resuscitačního týmu nebo jiného pohotovostního týmu může snížit riziko vzniku zástavy dechu nebo oběhu u dětí, které jsou hospitalizované mimo jednotku intenzivní péče. Důkazy pro toto tvrzení jsou však omezené, protože v literatuře se obvykle neodlišuje význam zásahu takového týmu od vlivu ostatních opatření, která slouží k včasné identifikaci zhoršování stavu pacienta.[526–529] Postupy používané k časné detekci zhoršování stavu jsou klíčové pro redukci morbidity a mortality závažně nemocných nebo zraněných dětí. Mohou být použity specifické skórovací systémy (např. PEWS, paediatric early warning score),[530] ale zatím není dokázáno, zda jejich používání zlepšuje rozhodovací procesy nebo klinický výsledek.[512,531]

Diagnostika respiračního selhání: zhodnocení dýchacích cest a dýchání

Vyšetření potenciálně kriticky nemocného dítěte začíná zhodnocením stavu dýchacích cest (A) a dýchání (B). Známky respiračního selhání mohou zahrnovat:

- **Dechovou frekvenci**, která vybočuje z normálních hodnot pro daný věk dítěte (příliš rychlé nebo příliš pomalé dýchání).[532]
- Iniciálně zvýšenou **dechovou práci**, která může progredovat v neodpovídající nebo nedostatečné dechového úsilí při narůstající únavě dítěte a selhání kompenzačních mechanizmů.
- Vedlejší zvukové fenomény jako je stridor, pískání, chrůpky, grunting nebo ztráta dýchacích zvuků (tichý hrudník).
- Snížený **dechový objem** vyznačující se mělkým dýcháním, sníženými exkurzemi hrudníku nebo sníženou hloubkou nádechu při auskultaci.
- **Hypoxémii** (s podáváním kyslíku nebo bez kyslíku), obecně rozpoznanou po nástupu cyanózy, ale obvykle zjistitelnou ještě dříve pomocí pulzní oxymetrie.

Některé související příznaky mohou vycházet z dalších orgánových systémů. Ačkoliv je primární problém respirační, ostatní orgánové systémy se zapojují ve snaze kompenzovat odchylky od fyziologického stavu.
Doprovodné příznaky lze zjistit v kroku C při vyšetření krevního oběhu a zahrnují:

- Zhoršující se tachykardii (kompenzační mechanizmus pro zvýšení dodávky kyslíku do tkání).
- Bledost.
- Bradykardii (terminální známka ztráty kompenzačních mechanizmů).
- Změnu stavu vědomí (známka selhávání kompenzačních mechanizmů) v důsledku zhoršené perfúze mozku.

Diagnostika oběhového selhání: zhodnocení krevního oběhu

Oběhové selhání se vyznačuje nepoměrem mezi metabolickými potřebami tkání a dodávkou kyslíku a živin do tkání oběhovým systémem.[532,533] Známky selhání oběhu mohou zahrnovat:

- Zvýšení **srdeční frekvence** (bradykardie je extrémně závažným příznakem dekompenzace).[532]
- Pokles systémového **krevního tlaku**.
- Snížení **periferní perfúze** (prodloužený čas kapilárního návratu, chladná kůže, bledost nebo mramoráž kůže) – známky zvýšené periferní vaskulární rezistence.
- Tzv. skákavý pulz nebo vazodilatace s generalizovaným erytémem mohou být pozorovány u stavů se sníženou periferní vaskulární rezistencí.
- Slabé nebo nepřítomné **periferní pulzace**.
- Snížený **intravaskulární objem**.
- Snížený výdej moči.

Přechod mezi kompenzovaným a dekompenzovaným stavem se může objevit zcela neočekávaně. Dítě by mělo být monitorováno, aby bylo možné zhoršení fyziologických funkcí detekovat a léčit co nejdříve.

Diagnostika zástavy dechu a oběhu

Známky zástavy dechu a oběhu zahrnují:
- Absence reakce na bolest (bezvědomí)
- Apnoe nebo gasping (terminální lapavé dechy)
- Nepřítomnost známek krevního oběhu
- Bledost nebo výrazná cyanóza

Palpace tepu není spolehlivým vyšetřením a nelze ji použít samostatně k rozhodnutí o potřebě srdeční masáže.[40,169,534,535] Při nepřítomnosti známek života by laičtí i profesionální zachránci měli zahájit resuscitaci, jestliže si nejsou zcela jistí přítomností centrálních pulzací během 10 sekund vyšetření (děti do 1 roku – pažní nebo stehenní tepna; děti nad 1 rok – krční nebo stehenní tepna). Pokud si nejste jisti, zahajte resuscitaci.[42,169,170,536] Pokud je dostupný zkušený ultrasonografista, může pomoci ozřejmit srdeční aktivitu a potenciálně léčitelné příčiny zástavy.[534]

Léčba respiračního a oběhového selhání

Dýchací cesty a dýchání

- Zprůchodněte dýchací cesty.
- Optimalizujte ventilaci.
- Zajistěte dostatečnou oxygenaci, začněte 100% kyslíkem.
- Zahajte monitoraci dýchání (metoda volby – pulzní oxymetrie / periferní nasycení krve kyslíkem – SpO_2).
- Dosažení adekvátní ventilace a oxygenace – může vyžadovat použití pomůcek k zajištění dýchacích cest +/- ventilaci samorozpínacím vakem s obličejovou maskou, použití laryngeální masky nebo jiné supraglotické pomůcky, definitivní zajištění dýchacích cest intubací a ventilaci pozitivním tlakem.
- U intubovaných dětí je standardem péče měření hladiny oxidu uhličitého na konci výdechu ($ETCO_2$). Měření hladiny CO_2 na konci výdechu může použito rovněž u neintubovaných kriticky nemocných pacientů.
- Velmi vzácně může být nezbytné chirurgické zajištění dýchacích cest.

Krevní oběh

- Zahajte monitoraci srdeční činnosti (metody volby – pulzní oxymetrie / SpO_2, elektrokardiografie (EKG) a neinvazivní měření krevního tlaku (NIBP).
- Zajistěte vstup do krevního řečiště. Lze zajistit periferní intravenózní (IV) nebo intraoseální (IO) vstup. Centrální žilní katétr použijte v případě, že již byl zaveden.
- K léčbě selhání oběhu z důvodu hypovolémie, např. ze ztrát tekutin, nebo maldistribuce, což pozorujeme u septického šoku a anafylaxe, podejte bolus tekutin (20 ml/kg) nebo léky (např. inotropika, vasopresory, antiarytmika)
- Pečlivě zvažujte podání tekutinového bolusu u primárních poruch srdeční funkce, např. u myokarditidy nebo kardiomyopatie.
- Nepodávejte bolus tekutin u závažného onemocnění s horečkou, pokud nejsou známky selhání oběhu.[512,537–539]
- Izotonické krystaloidní roztoky jsou doporučeny k úvodní resuscitaci dětí s kterýmkoliv typem šoku, včetně šoku septického.[512,540–545]
- Dítě vyšetřete a poté vyšetřete znovu, vždy začněte dýchacími cestami, poté přejděte k dýchání a krevnímu oběhu. Vyšetření acidobazické rovnováhy a laktátu může být přínosem.
- Během vedení léčby respiračního anebo oběhového selhání lze s výhodou využít kapnografii, invazivní měření arteriálního krevního tlaku, vyšetření acidobazické rovnováhy, měření srdečního výdeje, echokardiografii a měření centrální žilní saturace ($ScvO_2$).[225,226] Ačkoliv mají důkazy podporující používání těchto technik nízkou kvalitu, obecně je princip monitorace a hodnocení účinku jakékoliv intervence v léčbě kriticky nemocných dětí klíčový.

Dýchací cesty

Zprůchodněte dýchací cesty pomocí technik pro základní neodkladnou resuscitaci. Ústní a nosní vzduchovody mohou pomoci udržet dýchací cesty průchodné.

Supraglotické pomůcky včetně laryngeálních masek (LMA)

Ačkoliv ventilace maskou a samorozpínacím vakem zůstává doporučenou úvodní metodou pro zajištění dýchacích cest a ventilace u dětí, supraglotické pomůcky zahrnují celou řadu možných řešení, která mohou usnadnit práci zdravotníkům proškoleným v jejich použití.[546,547]

Tracheální intubace

Tracheální intubace je nejbezpečnější a nejúčinnější metodou zajištění dýchacích cest. Tracheální intubace ústy je během resuscitace preferována. U dítěte při vědomí je uvážlivé použití anestetik, sedativ a svalových relaxancií nezbytné, aby se předešlo opakovaným pokusům o intubaci nebo selhání intubace.[548,549] Intubaci má provádět jen zkušený a zručný odborník.
Klinické vyšetření a kapnografie by měly být použity k potvrzení správné polohy tracheální rourky. Měla by být prováděna monitorace vitálních funkcí.[550]

Intubace během zástavy dechu a oběhu

Dítě se zástavou dechu a oběhu nevyžaduje k intubaci sedaci ani analgézii. Vhodné velikosti tracheálních rourek jsou uvedeny v tabulce 1.2.

Tabulka 1.2 Doporučené velikosti tracheálních rourek pro děti podle vnitřního průměru (ID) a věku. Údaje v tabulce jsou pouze orientační a vždy musí být k dispozici tracheální rourky o jednu velikost větší a menší. Velikost správné tracheální rourky může být rovněž odhadnuta s využitím speciální měřící pásky na základě výšky dítěte.

	S těsnící manžetou	Bez těsnící manžety
Předčasně narození novorozenci	Gestační věk v týdnech/10	Nepoužívá se
Novorozenci narození v termínu	3,5	Obvykle se nepoužívá
Děti ve věku <1 rok	3,5–4,0	3,0–3,5
Děti ve věku 1–2 roky	4,0–4,5	3,5–4,0
Děti ve věku >2 roky	Věk/4 + 4	Věk/4 + 3,5

Při zajištění správné polohy, velikosti a tlaku v těsnící manžetě je u kojenců a dětí (nikoliv u novorozenců) tracheální rourka s těsnící manžetou správné velikosti stejně tak bezpečná jako tracheální rourka bez těsnící manžety.[551–553] Tlak v těsnící manžetě má být měřen a udržován pod 25 cm H_2O, protože příliš vysoký tlak může způsobit ischemické poškození okolních tkání laryngu a vzniku stenózy.[553]

Potvrzení správné polohy tracheální rourky

Nesprávné zavedení, dislokace nebo neprůchodnost tracheální rourky jsou komplikace, které se u intubovaných dětí vyskytují často a jsou spojeny se zvýšeným rizikem úmrtí.[554,555] Žádný způsob odlišení tracheální a esofageální intubace není 100 % spolehlivý. Pokud při zástavě dechu a oběhu nedetekujeme u dítěte vydechovaný CO_2 navzdory adekvátnímu stlačování hrudníku nebo pokud je jakákoliv pochybnost o správném umístění tracheální rourky, potvrďte její umístění direktní laryngoskopií. Po správném zavedení a potvrzení správného umístění tracheální rourku zafixujte a znovu potvrďte její polohu. Udržujte hlavu dítěte v neutrální pozici, neboť předklonění hlavy způsobí zasunutí rourky hlouběji do trachey, zatímco záklon může rourku vytáhnout z dýchacích cest.[556]

Dýchání

Oxygenace

Podejte kyslík v nejvyšší možné koncentraci (tj. 100 %) během úvodní resuscitace. Po stabilizaci dítěte nebo v případě obnovení spontánního oběhu titrujte frakci vdechovaného kyslíku (FiO_2) k dosažení normoxémie, nebo alespoň udržujte SpO_2 v rozmezí 94–98 % (pokud není dostupné vyšetření arteriálních krevních plynů).[557,558]

Ventilace

Zdravotnický personál často provádí umělou plicní ventilaci během KPR nadměrnými objemy anebo frekvencí, což může být škodlivé. Jednoduché pravidlo říká, že bychom měli při umělém dýchání dosáhnout běžných exkurzí hrudníku. Použijte poměr 15 stlačení hrudníku ke 2 umělým vdechům a frekvenci stlačování 100–120 za minutu. Jakmile jsou dýchací cesty zajištěny tracheální intubací, pokračujte ve ventilaci pozitivním tlakem frekvencí 10 vdechů za minutu bez přerušování kompresí hrudníku. Sledujte, zda je inflace plic během srdeční masáže dostatečná. Jakmile dojde k obnovení spontánního oběhu, pokračujte v normální ventilaci (frekvence/objem) dle věku dítěte a dle monitorovaného $ETCO_2$ a hodnot výsledků vyšetření krevních plynů. Cílem ventilace je normokapnie (normokarbie) ($PaCO_2$) a arteriální normoxémie. Hypokarbie, stejně jako hyperkarbie po srdeční zástavě jsou spojeny se špatným klinickým výsledkem.[559] Prakticky to znamená, že by dítě po obnovení oběhu mělo být ventilováno frekvencí 12–24 dechů za minutu, podle normy odpovídající věku.

Dýchání samorozpínacím vakem s obličejovou maskou

Dýchání samorozpínacím vakem s obličejovou maskou je účinné a bezpečně použitelné pro děti, které vyžadují krátkodobou podpůrnou ventilaci.[560,561] Účinnost dýchání posuzujte podle viditelných pohybů hrudníku, sledováním srdeční frekvence, auskultací dýchání a měřením SpO_2. Kterýkoliv zdravotník zodpovědný za léčbu dětí musí být schopen účinně provádět ventilaci samorozpínacím vakem s obličejovou maskou.

Monitorování dýchání a umělé plicní ventilace

$ETCO_2$ – oxid uhličitý na konci výdechu

Měření parciálního tlaku oxidu uhličitého na konci výdechu ($ETCO_2$) kolorimetrickým detektorem nebo kapnometrií potvrzuje u dítěte s hmotností nad 2 kg správné umístění tracheální rourky a může být využito v přednemocniční neodkladné péči, v nemocničních podmínkách i během transportu dítěte.[562–565] Změna barvy nebo přítomnost kapnografické křivky při více než čtyřech umělých vdeších znamená, že rourka je zavedena v tracheobronchiálním stromu, a to jak při perfúzním rytmu, tak při zástavě dechu a oběhu. Nepřítomnost vydechovaného CO_2 během zástavy dechu a oběhu nutně neznamená, že rourka není zavedena správně, protože nízké až nulové $ETCO_2$ může odrážet absenci průtoku krve plícemi.[200,566–568] $ETCO_2$ nad 2 kPa (15 mm Hg) může být sice indikátorem kvalitní resuscitace, ale současné důkazy nepodporují používání prahové hodnoty $ETCO_2$ jako spolehlivého indikátoru kvality KPR nebo důvodu k ukončení resuscitace.[512]

Periferní pulzní oxymetrie

Protože je klinické vyšetření k určení úrovně oxygenace u dítěte nespolehlivé, monitorujte periferní nasycení krve kyslíkem metodou pulzní oxymetrie. Za určitých okolností může být pulzní oxymetrie nespolehlivá, např. při selhání oběhu, při zástavě dechu a oběhu nebo při špatné perfúzi periferních tkání.

Krevní oběh

Přístup do cévního řečiště

Přístup do cévního řečiště je nezbytný pro podávání léků a tekutin a pro odběr vzorků krve. Zajištění žilního přístupu během resuscitace dítěte může být obtížné. Pokud se u kriticky nemocného dítěte nedaří zajistit žilní (IV) vstup během jedné minuty, zaveďte intraoseální (IO) jehlu.[208,569]

Intraoseální vstup

Intraoseální (IO) vstup je rychlou, bezpečnou a účinnou cestou podání léků, tekutin a krevních derivátů.[570,571] Nástup účinku a čas k dosažení adekvátní plazmatické koncentrace léků je shodný s použitím centrálního žilního vstupu.[212,572–574] Vzorky kostní dřeně mohou být použity ke zjištění krevní skupiny nebo k biochemickým vyšetřením[575–577] a analýze krevních plynů (získané hodnoty mohou být srovnatelné s krevními plyny z centrální žíly, pokud do dřeňové dutiny nebyly podávány léky).[212] Velké bolusy tekutin podávejte manuálně vytvářeným tlakem nebo přetlakovou manžetou.[578] IO vstup používejte do zavedení definitivního IV vstupu.

Nitrožilní přístup a další způsoby aplikace léků

Centrální žilní katétry představují bezpečný dlouhodobý vstup do cévního řečiště, ale při srovnání s IO nebo periferním IV vstupem nejsou během resuscitace výhodnější.[209] Tracheální cesta podání léků již není doporučována.[579]

Tekutiny a léky

Izotonické krystaloidní roztoky jsou doporučeny jako úvodní tekutiny pro resuscitaci dětí do jednoho i nad jeden rok věku bez ohledu na typ selhání krevního oběhu.[580,581] Pokud jsou přítomny známky nedostatečné systémové perfúze, podejte bolus izotonického krystaloidu v dávce 20 ml/kg i pokud je krevní tlak normální. Po podání každého bolusu tekutin přehodnoťte klinický stav dítěte podle postupu ABCDE a dle výsledku rozhodněte o vhodnosti podání dalšího bolusu nebo zahájení jiné léčby. U některých dětí je potřebná časná podpora oběhu vasopresory.[582,583] Přibývají důkazy podporující používání balancovaných krystaloidů, které způsobují méně často hyperchloremickou acidózu.[584–587] U život ohrožujícího hypovolemického šoku, např. při rychle vzniklé krevní ztrátě po traumatu, je vhodné omezit podávání krystaloidů ve prospěch zahájení masivního transfuzního protokolu. Protože v rámci masivního transfuzního protokolu existují pro kombinaci plazmy, trombocytů a jiných krevních derivátů různé dávkovací režimy[588,589], zvolte způsob odpovídající lokálně platnému doporučenému postupu.

Adrenalin

Adrenalin má klíčovou úlohu v algoritmech léčby zástavy krevního oběhu na podkladě nedefibrilovatelných i defibrilovatelných rytmů. Při kardiopulmonální resuscitaci u dětí je doporučena IV/IO dávka adrenalinu pro první i opakovaná podání 10 mikrogramů/kg. Maximální jednotlivá dávka je 1 mg. Pokud je indikace, jsou opakované dávky adrenalinu podávány každých 3–5 minut. Použití vysokých jednorázových dávek adrenalinu (nad 10 mikrogramů/kg) při zástavě dechu a oběhu není doporučeno, protože nezlepšují přežití ani neurologický výsledek.[590–594]

Amiodaron pro rezistentní VF a bezpulzovou VT u dětí

Amiodaron může být u dětí použit k léčbě fibrilace komor (VF)/bezpulzové komorové tachykardie (VT) rezistentní vůči defibrilacím. Amiodaron je podáván po třetím výboji jako bolus v dávce 5 mg/kg (a může být opakován po pátém výboji). Při léčbě jiných poruch srdečního rytmu musí být amiodaron podáván pomalu (10–20 min) za sledování krevního tlaku a EKG, protože způsobuje hypotenzi.[595] Tento nežádoucí účinek je méně častý při podání ve formě vodného roztoku.[257]

Atropin

Atropin je doporučován pouze při bradykardii způsobené zvýšeným vagovým tonem nebo toxicitou cholinergních léků.[596–598] Běžně používaná dávka je 20 mikrogramů/kg. U bradykardie se špatnou tkáňovou perfúzí, která nereaguje na ventilaci a oxygenaci, je lékem první volby adrenalin, nikoliv atropin.

Kalcium

Kalcium je pro správnou funkci myokardu nezbytné,[599] ale jeho rutinní podávání nevedlo ke zlepšení výsledků péče o děti se zástavou dechu a oběhu.[600,601] Kalcium je indikováno při hypokalcémii, předávkování blokátory kalciových kanálů, hypermagnezémii nebo hyperkalémii.[602]

Glukóza

Data získaná u novorozenců, dětí i dospělých ukazují, že hyper- i hypoglykémie po srdeční zástavě jsou spojeny se špatnými léčebnými výsledky,[603] ale není jisté, zda se jedná o vztah kauzální nebo asociovaný. U jakéhokoliv nemocného nebo zraněného dítěte, včetně pacientů po srdeční zástavě, provádějte měření glykémie a pečlivě sledujte její změny. V průběhu KPR nepodávejte roztoky glukózy, pokud není zjištěna

hypoglykémie.[604] Po obnovení krevního oběhu se vyvarujte hyper- i hypoglykémie.[605]

Magnézium
Nejsou důkazy podporující rutinní podávání magnézia při zástavě dechu a oběhu.[606,607] Léčba magnéziem je indikována u dítěte s dokumentovanou hypomagnezémií nebo s komorovou tachykardií (VT) typu torsades de pointes (dávka 50 mikrogramů/kg) bez ohledu na vyvolávající příčinu.[608]

Bikarbonát sodný
Nejsou důkazy podporující rutinní podávání bikarbonátu při zástavě dechu a oběhu.[609–611] Podání bikarbonátu může být zváženo u dítěte s déletrvající kardiopulmonální resuscitací anebo závažnou metabolickou acidózou. Podání bikarbonátu lze rovněž zvážit v případě hemodynamické nestability při současné hyperkalémii nebo při léčbě předávkování tricyklickými antidepresivy.

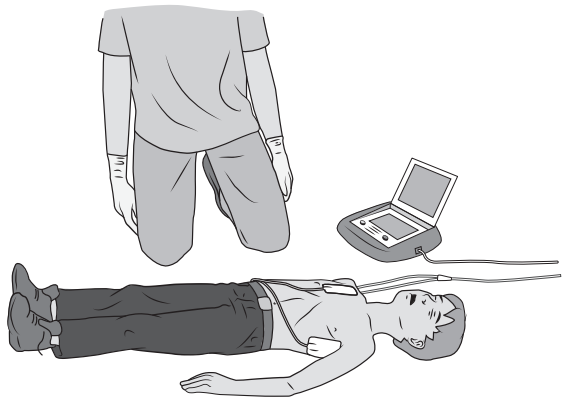
Vasopresin a terlipresin
V současné době neexistuje dostatek důkazů pro podporu nebo odmítnutí vasopresinu nebo terlipresinu, ať již jako alternativ vůči adrenalinu nebo v jejich kombinaci u kteréhokoliv rytmu vedoucího k srdeční zástavě u dětí a dospělých.[246,248,249,612–616]

Defibrilátory
V nemocnicích a dalších zdravotnických zařízeních, která poskytují péči dětem s rizikem vzniku zástavy dechu a oběhu, musejí být k dispozici manuální defibrilátory schopné podat výboj v celém spektru energií používaných od novorozeneckého věku výše. Automatizované externí defibrilátory (AED) jsou ve všech parametrech včetně dávky energie přednastaveny výrobcem.

Velikost přítlačných nebo samolepících elektrod pro defibrilaci
Zvolte největší možnou velikost elektrod pro zajištění co nejlepšího kontaktu s hrudní stěnou. Ideální velikost elektrod není známá, ale je nutné zachovat jejich dostatečný odstup.[617,618] Doporučené velikosti jsou 4,5 cm v průměru pro děti do jednoho roku a s tělesnou hmotností <10 kg, a 8–12 cm v průměru pro děti s tělesnou hmotnosti >10 kg (starších jednoho roku). Použití samolepících defibrilačních elektrod přispívá ke kvalitnímu provádění KPR v celém jejím průběhu.

Poloha elektrod

Obr. 1.24 Umístění defibrilačních elektrod u dětí



Elektrody pevně přitiskněte k obnaženému hrudníku v anterolaterální pozici, kdy je jedna elektroda umístěna pod pravou klíční kostí a druhá v levé axile (Obr. 1.24). Pokud jsou elektrody příliš velké a existuje nebezpečí zkratu výboje mezi elektrodami, měla by být jedna umístěna na záda pod levou lopatku, a druhá zepředu na hrudník vlevo od sterna.

Dávky energie u dětí
V Evropě doporučujeme nadále používat dávku 4 J/kg pro úvodní i opakované defibrilační výboje. Dávky vyšší než 4 J/kg (až 9 J/kg) vedly u dětí k účinné defibrilaci se zanedbatelnými vedlejšími účinky.[619,620]

Pokud není k dispozici manuální defibrilátor, použijte AED schopný u dětí rozpoznat defibrilovatelné rytmy.[621–623] AED by měl být vybaven možností snížení energie na hodnotu, která je pro děti mezi 1–8 roky vhodnější (50–75 J).[624,625] Pokud takový AED není dostupný, použijte standardní AED pro dospělé s energií výboje přednastavenou pro dospělého. U dětí starších 8 let použijte standardní AED se standardní velikostí elektrod. Zkušenosti s použitím AED (nejlépe se snížením dávky energie) u dětí mladších 1 roku jsou omezené; použití AED je přijatelné, pokud není dostupná jiná alternativa.

Rozšířená léčba zástavy dechu a oběhu
Algoritmus rozšířené neodkladné resuscitace dětí je znázorněn na Obr. 1.25, stejně tak detailnější algoritmy léčby nedefibrilovatelných (Obr. 1.26) a defibrilovatelných rytmů (Obr. 1.27).

Monitorování srdečních funkcí
Co nejdříve připojte svody monitoru nebo samolepící elektrody, aby bylo možné rozpoznat defibrilovatelný nebo nedefibrilovatelný srdeční rytmus. Mezi nedefibrilovatelné rytmy patří bezpulzová elektrická aktivita (PEA, pulseless electrical activity), bradykardie (<60 za minutu bez známek funkčního krevního oběhu) a asystolie. PEA a bradykardie mají často široké QRS komplexy. Defibrilovatelné rytmy jsou bezpulzová komorová tachykardie (pVT, pulseless ventricular tachycardia) a fibrilace komor (VF, ventricular fibrillation). Defibrilovatelné rytmy jsou častější příčinou náhlé zástavy oběhu u dětí se srdečním onemocněním nebo u adolescentů.

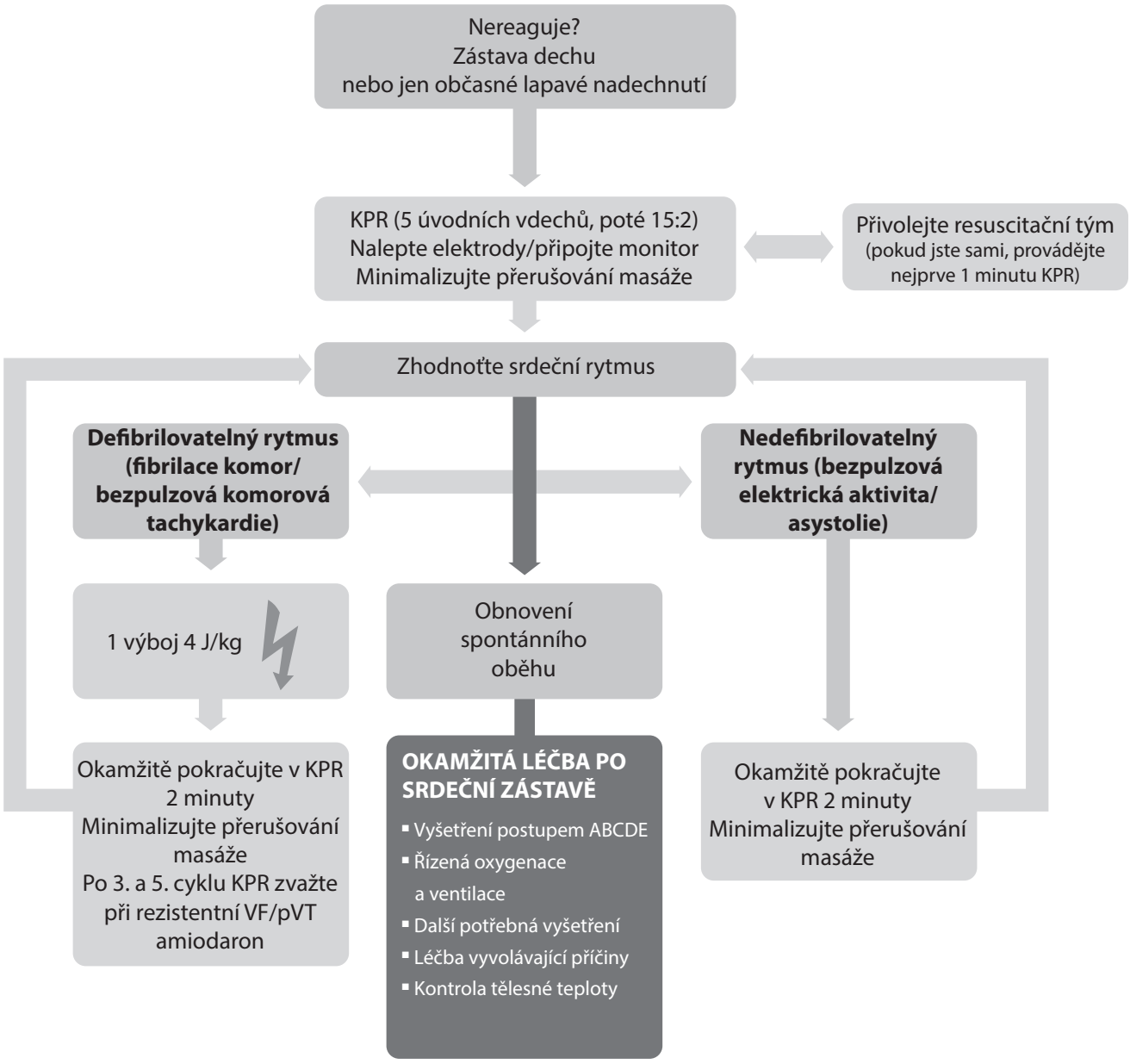
Nedefibrilovatelné rytmy
Většina srdečních zástav u dětí a dospívajících je respiračního původu.[626] Proto je v těchto věkových skupinách doporučeno okamžité zahájení KPR a její provádění po určitou dobu před hledáním AED nebo manuálního defibrilátoru, neboť rychlá dostupnost defibrilace nezlepšuje výsledky léčby zástavy respirační etiologie. Nejčastěji se vyskytujícími EKG rytmy u dětí do 1 roku, nad 1 rok a adolescentů se zástavou dechu a oběhu jsou asystolie a PEA. PEA je charakterizována elektrickou aktivitou na EKG při nepřítomnosti pulzu na velkých tepnách. PEA běžně následuje určité období hypoxie nebo myokardiální ischémie, ale může být také známkou reverzibilní příčiny (tj. některé ze 4 H a 4 T), vedoucí k náhlému poklesu srdečního výdeje.

Defibrilovatelné rytmy
Primární VF se objevuje u 3,8 až 19 % náhlých zástav dechu a oběhu u dětí, incidence defibrilovatelných rytmů se zvyšuje s přibývajícím věkem.[123,340,627–634] Primární faktor, který ovlivňuje výsledek přežití náhlé zástavy oběhu na podkladě VF/pVT je čas do provedení defibrilace. Defibrilace mimo nemocnici provedená během prvních 3 minut od spatření srdeční zástavy u dospělého s VF zajišťuje více než 50% přežití. Úspěšnost defibrilace však s prodlužujícím se časem do defibrilace dramaticky klesá: každá minuta prodlení do defibrilace (bez provádění KPR) snižuje pravděpodobnost přežití o 7–10 %. Sekundární VF se kdykoliv v průběhu nemocničních resuscitací objevuje s četností až 27 % a je spojena s mnohem horší prognózou než primární VF.[635]

Mimotělní podpora krevního oběhu
Mimotělní podpora krevního oběhu (ECLS, extracorporeal life support) by měla být zvážena u dětí se srdeční zástavou způsobené potenciálně reverzibilní příčinou, která je refrakterní ke konvenční KPR a pokud k zástavě došlo v místě s dostupným vybavením a personálem schopným léčbu metodami ECLS rychle zahájit.

Obr. 1.25 Algoritmus rozšířené neodkladné resuscitace u dětí

Rozšířená neodkladná resuscitace dětí



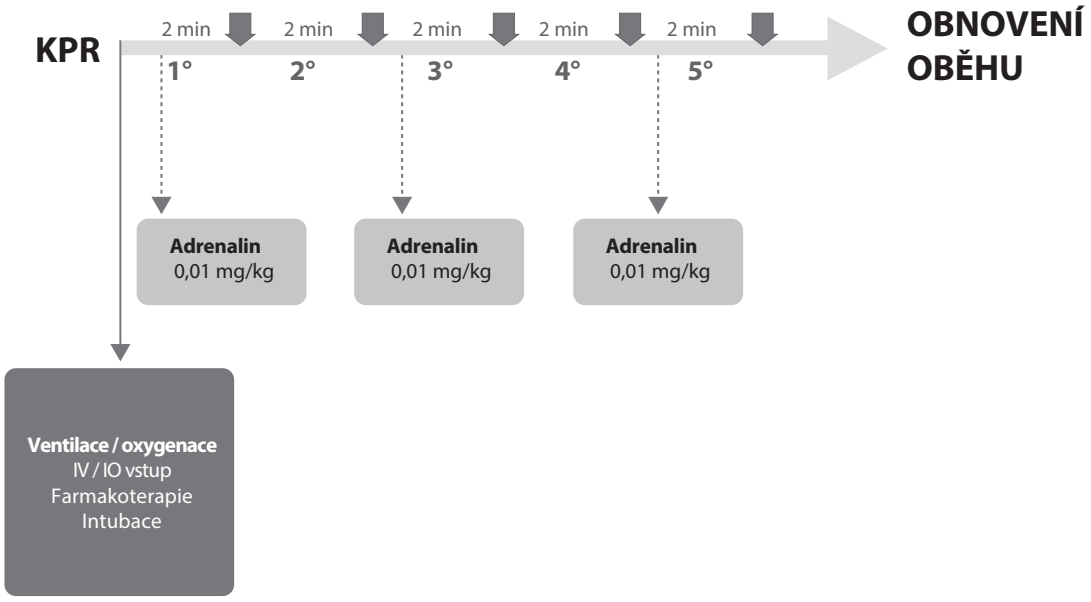
BĚHEM KPR

- Zajistěte vysokou kvalitu KPR: správnou frekvenci a hloubku stlačování hrudníku i jeho úplné uvolňování
- Před každým přerušením KPR si další činnost dopředu naplánujte
- Podejte kyslík
- Vstup do cévního řečiště (intravenózní nebo intraoseální)
- Podejte adrenalin každých 3–5 min
- Zvažte definitivní způsob zajištění dýchacích cest a kapnografii
- Po zajištění dýchacích cest pomůckami nepřerušujte srdeční masáž
- Zajistěte léčbu reverzibilních příčin

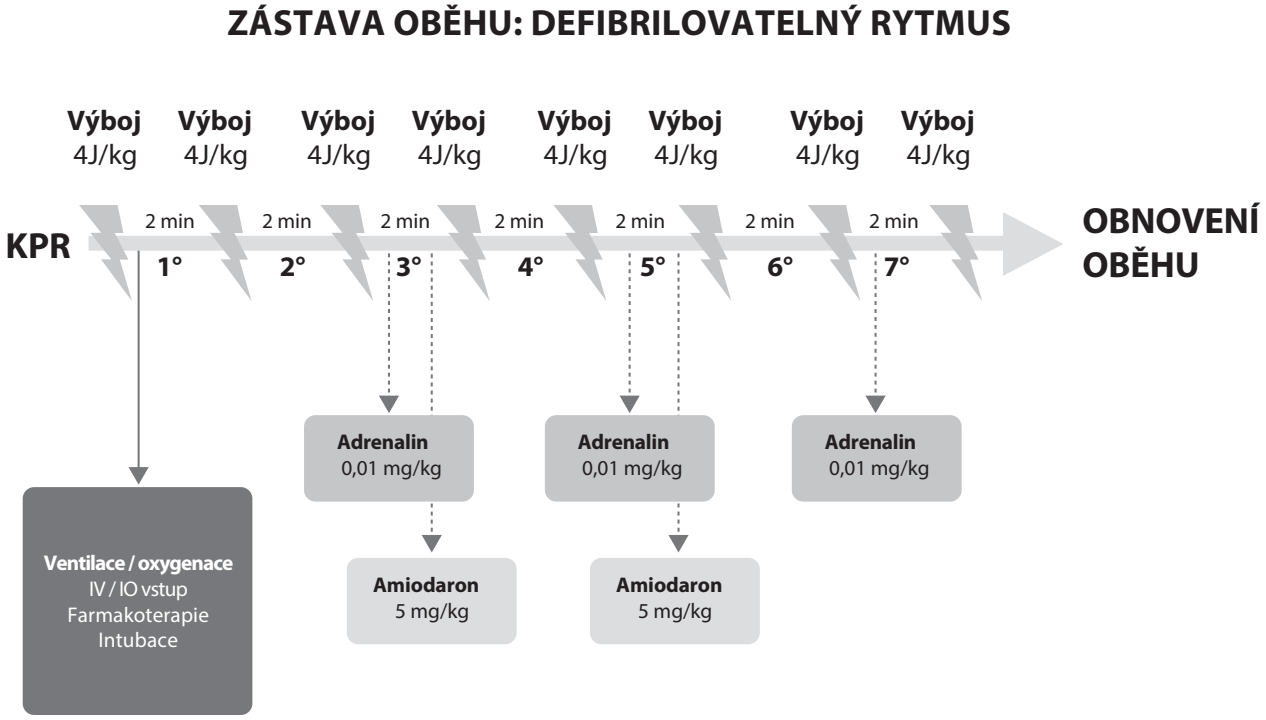
REVERZIBILNÍ PŘÍČINY

- **Hypoxie**
- **Hypovolémie**
- Hypokalémie/hyperkalémie/metabolické příčiny
- Hypotermie
- Trombóza (koronární tepny/plicní embolie)
- Tenzní pneumotorax
- Tamponáda srdeční
- Toxické látky (intoxikace)/účinky léků

Obr. 1.26 Algoritmus pro nedefibrilovatelné rytmy u dětí



Obr. 1.27 Algoritmus pro defibrilovatelné rytmy u dětí



Srdeční arytmie

Nestabilní arytmie

U kteréhokoliv dítěte se srdeční arytmií zkontrolujte známky života a centrální pulzace; pokud nejsou známky života přítomny, zahajte léčbu jako při zástavě dechu a oběhu. Pokud dítě jeví známky života a centrální pulz je hmatný, zhodnoťte stav hemodynamiky. Kdykoliv je zjištěna kompromitace oběhu, jsou první kroky následující:

1. Zprůchodněte dýchací cesty
2. Podejte kyslík a podle potřeby zahajte podpůrnou ventilaci
3. Připojte EKG monitor nebo defibrilátor a zhodnoťte srdeční rytmus
4. Zjistěte, zda je srdeční frekvence vzhledem k věku dítěte pomalá nebo rychlá
5. Zjistěte, zda je srdeční akce pravidelná nebo nepravidelná
6. Změřte trvání QRS komplexu (úzké komplexy: trvání <0,08 sekundy; široké komplexy: >0,08 sekundy)
7. Způsob léčby závisí na hemodynamické stabilitě dítěte.

Bradykardie

Bradykardie je obvykle způsobena hypoxií, acidózou anebo závažnou hypotenzí; kdykoliv může přejít do zástavy oběhu. Každému dítěti s bradyarytmií a oběhovým selháním podejte 100% kyslík a podle potřeby zahajte ventilaci pozitivním tlakem. Pokud má dítě s dekompenzovaným oběhovým selháním tepovou frekvenci <60 za minutu a neodpovídá rychle na prodýchávání kyslíkem, zahajte srdeční masáž a podejte adrenalin.

Kardiostimulace (transvenózní nebo transtorakální) je během resuscitace obvykle neúčinná, ale může být zvážena v případě AV blokády nebo dysfunkce síňového uzlu refrakterní k oxygenaci, ventilaci, kompresím hrudníku anebo podávaným lékům. Stimulace není účinná při asystolii nebo arytmiích způsobených hypoxií a ischémií.[636]

Tachykardie

Tachykardie s úzkými komplexy

Pokud je pravděpodobným rytmem supraventrikulární tachykardie (SVT), mohou být u hemodynamicky stabilního dítěte použity vagové manévry (Valsalvův manévr nebo diving reflex). Tyto manévry lze použít rovněž u hemodynamicky nestabilního dítěte, ale jen v případě, že jejich provádění neoddálí farmakologickou nebo elektrickou kardioverzi.

Adenosin je obvykle pro farmakologickou verzi SVT na sinusový rytmus účinný. Je podáván v rychlé nitrožilní injekci v místě co nejblíže srdci (podle praktické proveditelnosti kanylace) s následným bolusem fyziologického roztoku. Pokud má dítě známky dekompenzovaného šoku se sníženým stavem vědomí, vynechte vagové manévry a okamžitě přistupte k elektrické kardioverzi.

Elektrická kardioverze (synchronizovaná s vlnou R) je rovněž indikována, pokud není zajištěn vstup do cévního řečiště nebo pokud podání adenosinu nevedlo ke úpravě rytmu. Energie prvního výboje při elektrické kardioverzi pro SVT je 1 J/kg a druhého výboje 2 J/kg. Pokud jsou výboje neúspěšné, podejte před třetím výbojem amiodaron nebo prokainamid pod vedením dětského kardiologa nebo intenzivisty. U starších dětí může být jako alternativa zváženo podání verapamilu, ale dětem do 1 roku by neměl být běžně podáván.

Tachykardie se širokými komplexy

Tachykardie se širokými QRS komplexy je u dětí vzácná a bývá spíše supraventrikulárního, než komorového původu.[637] U hemodynamicky nestabilního dítěte však musíme předpokládat, že se jedná o VT, dokud se neprokáže jinak. Ventrikulární tachykardie se objevují nejčastěji u dětí s preexistujícím srdečním onemocněním (např. po kardiochirurgickém zákroku, s kardiomyopatií, s myokarditidou, s minerálovými poruchami, s prodlouženým QT intervalem, s centrálním katétrem zavedeným intrakardiálně). Synchronizovaná kardioverze je metodou volby u nestabilní VT při současně přítomných známkách života. Pokud je druhý pokus o kardioverzi neúspěšný a VT recidivuje, zvažte podání antiarytmik.

Stabilní arytmie

Zajistěte u dítěte průchodnost dýchacích cest, dýchání a krevní oběh, zatímco před zahájením léčby arytmie kontaktujete příslušného specialistu. Na základě anamnézy, klinického obrazu a nálezu na EKG může být dítě se stabilní tachykardií se širokými komplexy léčeno jako SVT a mohou být provedeny vagové manévry nebo podán adenosin.

Specifické situace

Resuscitace dítěte s tupým nebo penetrujícím poraněním

Zástava oběhu následkem závažného (tupého nebo penetrujícího) poranění je spojena s velmi vysokou letalitou.[292,638–643] Zvažte všechny potenciálně odstranitelné příčiny (4 H a 4 T). Existuje málo důkazů na podporu dalších intervencí oproti běžně používaným postupům při léčbě náhlé zástavy oběhu, ačkoliv u dítěte s penetrujícím poraněním lze zvážit provedení resuscitační thorakotomie.[644,645]

Mimotělní membránová oxygenace (ECMO)

ECMO by mělo být zváženo jako přínosná rescue strategie v případě nemocniční srdeční zástavy u dětí pod i nad jeden rok věku s kardiologickou diagnózou, pokud je dostupné vybavení a vyškolený personál. U srdečních zástav nekardiální etiologie nebo u dětí s myokarditidou, které nemají zástavu oběhu, neexistuje dostatek důkazů na podporu nebo odmítnutí léčby metodou ECMO.[512]

Plicní hypertenze

U dětí s plicní hypertenzí je zvýšené riziko zástavy oběhu.[646,647] U těchto pacientů postupujte podle běžných protokolů pro neodkladnou resuscitaci s důrazem na zachování vysoké inspirační frakce kyslíku a alkalózy/hyperventilace, které mohou být stejně účinné ve snižování plicní vaskulární rezistence jako inhalace oxidu dusnatého.[648]

Poresuscitační péče

Péče po srdeční zástavě musí být multidisciplinární a musí zahrnovat všechny postupy potřebné k úplnému zotavení neurologických funkcí.

Myokardiální dysfunkce

Myokardiální dysfunkce se po kardiopulmonální resuscitaci vyskytuje často.[366,649–652] Parenterální podávání tekutin a vazoaktivních léků (adrenalin, dobutamin, dopamin a noradrenalin) může zlepšit hemodynamický stav dítěte po srdeční zástavě. Léčba by měla být prováděna titračně s cílem udržet systolický krevní tlak alespoň nad 5. percentilem pro daný věk.[512]

Cíle oxygenace a ventilace

Po obnovení spontánního oběhu a stabilizaci pacienta je cílem dosáhnout PaO_2 v normálním rozmezí (normoxémie).[559,653–655] Pro doporučení specifického cíle $PaCO_2$ neexistuje v pediatrii dostatek důkazů, nicméně $PaCO_2$ by po obnovení oběhu mělo být měřeno a upravováno podle individuálních charakteristik a potřeb každého pacienta.[397,512,559,656] Obecně lze za cíl považovat normokapnii, ačkoliv toto rozhodnutí může být ovlivněno dalšími klinickými souvislostmi a průběhem nemoci.

Cílená regulace tělesné teploty po obnovení spontánního oběhu

Mírná hypotermie vykazuje u dospělých[446,450] a novorozenců[657] přijatelný bezpečnostní profil. V nedávné době bylo přednemocniční studií THAPCA prokázáno, že mohou být u dětí použity jak hypotermie (32–34 °C), tak kontrolovaná normotermie (36–37,5 °C).[658] Studie neprokázala významný rozdíl v primárním cíli (neurologický stav po jednom roce) mezi jednotlivými postupy. Po obnovení oběhu musí být zajištěna přísná kontrola tělesné teploty, aby nedošlo k hypertermii (>37,5 °C) nebo těžké hypotermii (<32 °C).[512]

Kontrola glykémie

Hyper- a hypoglykémie mohou u kriticky nemocných dětí i dospělých zhoršit léčebný výsledek a je nutné jim předcházet.[659–661] Těsná kontrola glykémie však může být rovněž škodlivá.[662] Glykémii monitorujte a vyhněte se hypoglykémii i hyperglykémii.[366,663,664]

Prognóza náhlé zástavy dechu a oběhu

Ačkoliv existuje několik faktorů predikujících výsledek péče po resuscitaci pro zástavu dechu a oběhu, neexistují jednoduchá doporučení pro

rozhodnutí, kdy je resuscitační úsilí marné.[512,656] Důležitá rozvaha ohledně rozhodnutí o pokračování resuscitace musí zahrnovat délku trvání KPR, příčinu zástavy, preexistující onemocnění, věk, místo vzniku zástavy, přítomnost svědků,[519,665] dobu trvání neléčené zástavy dechu a oběhu (no flow time), přítomnost úvodního nebo následného defibrilovatelného rytmu a související zvláštní okolnosti (např. tonutí v ledové vodě [666,667], požití drog). Role EEG coby prognostického faktoru je stále nejasná. Doporučení ohledně ukončování resuscitace jsou rozebrána v kapitole Etika resuscitace a rozhodování v otázkách o ukončení života.[10]

Přítomnost rodičů

V některých západních společnostech si většina rodičů přeje být přítomna během resuscitace jejich dítěte. Rodiny přítomné při úmrtí svého dítěte se s takovou situací vyrovnávají lépe a lépe procházejí procesem truchlení.[668] Práce o přítomnosti rodičů během resuscitace pocházejí pouze z vybraných zemí a jejich závěry pravděpodobně nemohou být generalizovány pro celou Evropu z důvodu existence různých sociokulturních a etických odlišnosti.[669,670]

RESUSCITACE A PODPORA POPORODNÍ ADAPTACE NOVOROZENCE

Následující doporučené postupy nedefinují jediný možný sled intervencí správného provedení resuscitace novorozence bezprostředně po porodu, ale reprezentují způsob, který je v tomto případě všeobecně uznávaný jako spolehlivý a efektivní.

Příprava

Pouze malý počet novorozenců vyžaduje bezprostředně po narození resuscitační péči. Častěji se jedná o novorozence se zhoršeným průběhem poporodní adaptace. Pokud v těchto případech není poskytnuta dítěti adekvátní podpora, může dojít sekundárně k deterioraci stavu, vedoucí až k případné potřebě kompletní kardiopulmonální resuscitace. Pokud někteří novorozenci vyžadují péči bezprostředně po porodu, v naprosté většině případů se jedná pouze o potřebu dechové podpory.[671–673] Pouze výjimečně je navíc nutná krátkodobá nepřímá srdeční masáž. U porodů rodiček s rizikovými faktory pro možný vznik komplikací poporodní adaptace novorozence by měl být přítomen adekvátně vyškolený personál včetně minimálně jedné osoby se zkušenostmi v tracheální intubaci novorozenců. Každé zdravotnické zařízení by pro případ potřeby mělo mít k dispozici pohotovostní plán pro mobilizaci kompetentního resuscitačního týmu.

Plánované domácí porody

Doporučení pro zajištění domácích porodů se v jednotlivých státech liší. Rozhodnutí absolvovat porod doma po dohodě se lékařským personálem a porodními asistentkami by nemělo nijak ovlivnit nebo kompromitovat možnost hodnocení stavu novorozence po porodu nebo standard poskytované péče včetně resuscitace a stabilizace stavu. V ideálním případě by u každého domácího porodu měli být přítomni dva specializovaní profesionálové, přičemž jeden z nich musí být plně kvalifikovaný a zkušený v umělé plicní ventilaci za pomoci obličejové masky a v srdeční masáži novorozence.

Vybavení a prostory

V případě porodu, který probíhá mimo prostory porodního sálu, je doporučeno minimální vybavení zahrnující pomůcky pro zajištění dýchacích cest a ventilaci novorozence, zahřáté suché pleny nebo osušky, sterilní vybavení pro zajištění pupečního pahýlu a hygienické rukavice pro přítomný zdravotnický personál.

Načasování přerušení pupečníku

Přehled klinických studií porovnávajících u nedonošených novorozenců oddálený podvaz pupečníku a "cord milking" versus jeho okamžité přerušení prokazuje bezprostředně postnatálně lepší stabilizaci stavu, včetně vyšších hodnot středního krevního tlaku a hodnot hemoglobinu při přijetí novorozence na oddělení u intervenčních skupin než u skupin kontrolních.[674] Oddálení podvazu pupečníku minimálně po dobu jedné minuty je doporučeno u novorozenců nevyžadujících resuscitační péči. Podobně by mělo být postupováno u předčasně narozených novorozenců bez nutnosti okamžité resuscitace bezprostředně po porodu. Vzhledem k dosud publikované literatuře je u novorozenců, kteří neprojevují dostatečnou spontánní dechovou aktivitu, nutné okamžité přerušení pupečníku, tak aby byla včas zahájena resuscitační péče.

Regulace tělesné teploty

Nazí a mokří novorozenci nejsou schopni udržet stabilní tělesnou teplotu v místnosti, která může připadat dospělým osobám příjemně vyhřátá. Souvislost mezi hypotermií a mortalitou novorozence je známá více než sto let a víme, že tělesná teplota novorozence, který neprošel hypoxickým stavem, je významným prediktorem mortality u novorozenců všech gestačních stáří a v jakékoli situaci.[676] Nedonošení novorozenci jsou v tomto případě nejohroženějšími pacienty. Tělesná teplota novorozence bez příznaků asfyxie by měla být po narození udržována v rozmezí 36,5 až 37,5 °C. Význam udržení konstantní tělesné teploty novorozence vyžaduje její monitorování i z důvodu prevence hypertermie (>38,0 °C).

První zhodnocení novorozence

Skóre dle Apgarové nebylo původně sestaveno pro hodnocení nutnosti resuscitace novorozence.[677,678] Jeho jednotlivé komponenty, pokud jsou hodnoceny rychle, a to hlavně dechová frekvence, srdeční frekvence a svalový tonus, však mohou napomoci identifikovat novorozence vyžadujících resuscitační péči.[677], Opakované hodnocení převážně srdeční akce a případně dechové aktivity může pomoci při hodnocení odezvy novorozence na prováděnou resuscitaci a rozhodnutí, zda je třeba v resuscitaci pokračovat.

Dýchání

Zkontrolujte, zda novorozenec spontánně dýchá. Pokud ano, zhodnoťte dechovou frekvenci, hloubku a symetrii dýchání společně s hodnocením dechového vzorce a známek abnormalit, včetně příznaků jako jsou „gasping" a „grunting".

Srdeční frekvence

Bezprostředně po narození hodnotíme srdeční frekvenci novorozence v rámci zhodnocení jeho celkového stavu a následně jako nejcitlivější indikátor úspěšnosti prováděných léčebných intervencí. Srdeční frekvence je nejrychleji a nejpřesněji zhodnocena poslechem pomocí fonendoskopu[679] v místě srdečního hrotu, nebo pomocí elektrokardiografie.[680–682] Hodnocení pohmatem při úponu pupečníku je často efektivní, ale může být zavádějící. Hodnocení pulzujícího pupečníku je spolehlivé pouze při nálezu srdeční frekvence nad 100 tepů za minutu[679], jinak může vést k podhodnocení nálezu.[679,683,684] U novorozenců vyžadujících resuscitaci nebo kontinuální podporu dýchání je k přesnému hodnocení srdeční frekvence možné použít moderních pulzních oxymetrů.[681]

Barva

Zhodnocení barvy není dostatečné k posouzení oxygenace,[685] kterou je lepší hodnotit pomocí pulzního oxymetru. Zdravý novorozenec je bezprostředně po porodu modrý, ale zrůžoví během prvních 30 sekund od nástupu efektivní dechové aktivity. Pokud je novorozenec cyanotický, je nutné kontrolovat preduktální kyslíkovou saturaci pomocí pulzního oxymetru.

Svalový tonus

Hypotonický novorozenec je pravděpodobně v bezvědomí a bude vyžadovat podporu dýchání.

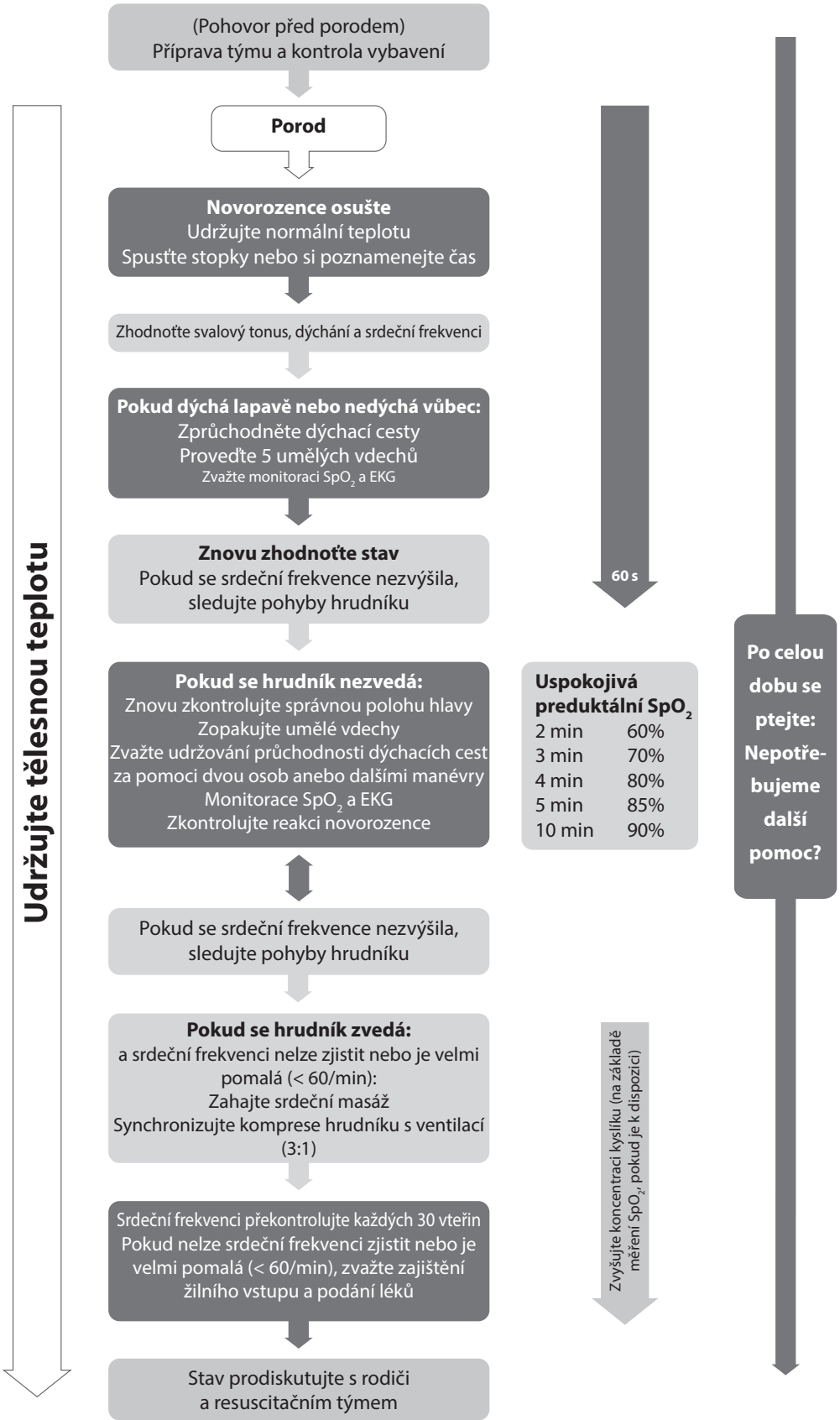
Taktilní stimulace

Osušování novorozence je většinou dostatečnou stimulací k vyvolání efektivní dechové aktivity. Hrubší formy stimulace nejsou nutné a je radno se jim vyhnout. Pokud novorozenec nereaguje a nenastoupí dostatečná spontánní dechová aktivita po krátkodobé stimulaci, je nutné zahájit další podpůrné intervence.

Klasifikace podle prvního zhodnocení stavu

Na základě prvního zhodnocení stavu bezprostředně po narození, je možné novorozence rozdělit do tří kategorií:

Obr. 1.28 Algoritmus podpory vitálních funkcí u novorozence po porodu (SpO2 – transkutánní pulzní oxymetrie; EKG – elektrokardiografie, PPV – ventilace pozitivním tlakem)



1. **Energický pláč nebo spontánní dýchání, dobrý svalový tonus, srdeční frekvence nad 100 za minutu**
   Okamžité přerušení pupečníku není nutné. Novorozenec nevyžaduje žádnou podpůrnou intervenci, pouze osušení a zabalení do nahřáté osušky a pokud možno předání do matčiny náruče.
2. **Dýchání nedostatečné nebo apnoe, normální nebo snížený svalový tonus, srdeční akce pod 100 za minutu**
   Novorozence osušte a zabalte. V těchto případech se stav novorozence většinou zlepší po efektivním prodýchnutí (insuflaci) přes obličejovou masku. Pokud poté nedojde k adekvátnímu zlepšení srdeční akce, může být nutné zahájit ventilaci.
3. **Dýchání nedostatečné nebo apnoe, hypotonie, bradykardie nebo nedetekovatelná akce srdeční, často je přítomna bledost jako známka zhoršeného prokrvení**
   Novorozence osušte a zabalte. Novorozenec vyžaduje zahájení resuscitace s okamžitým uvolněním dýchacích cest, provzdušněním plic a ventilací. Po úspěšném provedení těchto intervencí může být u některých novorozenců nutná srdeční masáž, případně aplikace léků. Nedonošení novorozenci mohou při spontánní dechové aktivitě vykazovat známky dechové tísně. V tomto případě by měla být zahájena podpora distenční terapií (CPAP).

Podpora vitálních funkcí novorozence

Zahajte podporu vitálních funkcí novorozence, pokud nedojde k nástupu efektivní dechové aktivity a pravidelnému dýchání nebo pokud je srdeční frekvence nižší než 100 za minutu. U většiny novorozenců bude dostatečné zprůchodnění dýchacích cest a provzdušnění plic. Bez adekvátního provedení těchto intervencí je jakýkoliv další resuscitační postup neúčinný.

Dýchací cesty

Obr. 1.29 Novorozenec s hlavou v neutrální poloze

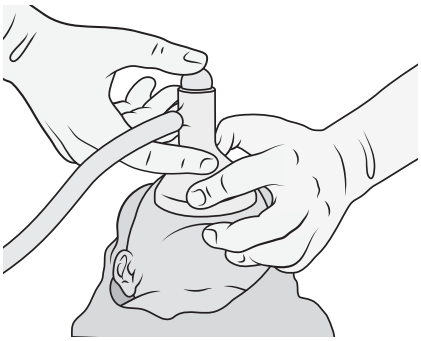
Položte novorozence na záda s hlavou v neutrální pozici (Obr. 1.29). Podložení ramen novorozence složenou nebo srolovanou osuškou o průměru zhruba 2 centimetry může pomoci udržet správnou polohu hlavy novorozence. V případě hypotonie může být ke zprůchodnění dýchacích cest nutné předsunutí dolní čelisti nebo zavedení vhodného orofaryngeálního vzduchovodu (Guedelův tubus). Polohování novorozence do polohy na zádech je tradičním přístupem. Pro první hodnocení stavu a rutinní zajištění novorozence po porodu je další možností jeho polohování na bok. Odstraňování tekutiny z orofaryngu novorozence není vždy nutné.[687] Odsávání z dýchacích cest je nutné pouze při jejich obstrukci.

Mekonium

Plodová voda lehce zkalená mekoniem je častým nálezem a většinou nevede během poporodní adaptace novorozence k žádným problémům. Během porodu méně často se vyskytující nález zkalené plodové vody hustým mekoniem je však možným ukazatelem perinatálního stresu novorozence a měl by být považován za varovný signál k případné nutnosti resuscitace. U vitálního novorozence v přítomnosti mekoniem zkalené plodové vody není doporučeno odsávání intrapartum, ani rutinní intubace s odsáváním z dýchacích cest. Pouze přítomnost hustého mekonia u apnoických novorozenců je indikací pro zvážení úvodního odsátí pod laryngoskopickou kontrolou. Tracheální intubace by neměla být prováděna rutinně, ale pouze v případě podezření na obstrukci trachey.[688–692] U apnoických novorozenců nebo novorozenců s nedostatečnou dechovou aktivitou je nejdůležitější zahájit ventilaci během první minuty po narození a tato intervence nesmí opožděna.

Počáteční prodýchávání a umělá plicní ventilace

Obr. 1.30 Ventilace novorozence přes obličejovou masku



Pokud po provedení úvodních kroků po porodu nenastoupí dostatečná dechová aktivita novorozence, je provzdušnění plic prioritou (Obr. 1.28 a 1.30). U donošených novorozenců zahajujeme podporu dýchání vzduchem. První známkou dosažení adekvátní inflace plic je rychlé zlepšení srdeční frekvence. Při přetrvávající bradykardii je nutné zkontrolovat, zda se během prodýchávání dostatečně zvedá hrudník. Během prvních pěti vdechů pozitivním tlakem je nutné podržet inflační tlak po dobu 2–3 sekund, což napomáhá otevření a provzdušnění plic. Většina novorozenců, kteří vyžadují bezprostředně po narození dechovou podporu, reaguje během 30 sekund po provzdušnění plic vzestupem srdeční frekvence. Pokud se srdeční akce zlepší, ale dostatečná spontánní dechová aktivita není přítomna, je nutné pokračovat v umělé plicní ventilaci frekvencí 30 vdechů za minutu, což odpovídá inspiračnímu času 1 sekundy, dokud novorozenec nezačne spontánně a adekvátně dýchat. Bez efektivního prodýchání a provzdušnění plic je resuscitace krevního oběhu neúčinná a proto je nutné ověřit účinnost těchto intervencí před přistoupením k podpoře krevního oběhu.
Někteří zdravotníci zajišťují dýchací cesty pomocí tracheální intubace, což však vyžaduje výcvik a zkušenosti. Pokud není přítomen nikdo kompetentní k provedení intubace a srdeční frekvence novorozence klesá, je nutné znovu zhodnotit polohu hlavy a uvolnění dýchacích cest, znovu aplikovat inflační vdechy a během této doby přivolat odborníka zkušeného v intubaci novorozence. Pokračujte s umělou plicní ventilací dokud novorozenec nezačne dostatečně spontánně dýchat.

Vzduch versus kyslík

Donošení novorozenci

U donošených novorozenců, kteří vyžadují podporu dýchání metodou ventilace pozitivním tlakem, je lepší zahájit ventilaci vzduchem (21 % kyslíku) oproti 100 % kyslíku. Pokud nedochází během ventilace ke zvýšení srdeční frekvence a hodnoty oxygenace zůstávají neakceptovatelně nízké (měřeno pulzní oxymetrií, kdykoliv je to možné), použijte k dosažení adekvátní preduktální saturace kyslíkem vyšší inspirační koncentraci kyslíku.[696,697] Vysoké koncentrace kyslíku jsou však spojené s vyšší letalitou a opožděným nástupem spontánní dechové activity.[698] Pokud jsou používány vyšší koncentrace vdechovaného kyslíku, snižte jeho koncentraci jakmile je to možné.[693,699]

Nedonošení novorozenci

U nedonošených novorozenců narozených dříve než v 35. gestačním týdnu by měla být resuscitace po narození zahájena vzduchem anebo nízkou koncentrací kyslíku (21–30 %).[6,693,700,701] Inspirační koncentrace kyslíku je titrována k dosažení akceptovatelné preduktální saturace (přibližně na hodnotu 25. percentilu zdravých a donošených novorozenců bezprostředně po porodu).[696,697]

Pulzní oxymetrie

Moderní pulzní oxymetrie s použitím novorozeneckých senzorů umož-

ňuje spolehlivé měření srdeční frekvence a transkutánní saturace kyslíkem během 1–2 minut po porodu.[702,703] Fyziologický donošený novorozenec narozený na úrovni hladiny moře vykazuje v průběhu porodu hodnoty saturace kyslíkem (SpO_2) přibližně 60 %[704]. Hodnoty SpO_2 postupně stoupají na > 90 % během deseti minut[697]. 25. percentil hodnoty SpO_2 při porodu je ~40 % a stoupá na ~80 % během dalších 10 minut.[697] Použití pulzní oxymetrie zabrání excesivnímu používání kyslíku. Hodnoty SpO_2 nad akceptovatelnou hranici by měly být podnětem k okamžitému ukončení podávání kyslíku.

Pozitivní tlak na konci výdechu

Všichni donošení i nedonošení novorozenci, kteří po úvodních krocích zůstávají bez dechové aktivity, vyžadují inflaci plic ventilací pozitivním tlakem (PPV, positive pressure ventilation). U nedonošených novorozenců použijte během PPV pozitivní tlak na konci výdechu (PEEP, positive end-expiratory pressure) ~5 cm H_2O.[676]

Pomůcky pro podpůrnou ventilaci

Efektivní ventilace může být zajištěna pomocí samorozpínacího vaku nebo pomocí T-spojky, která umožňuje regulaci tlaku.[705,706] Samorozpínací vak je jedinou pomůckou, kterou lze použít při nedostupnosti stlačeného plynu. V případě používání samorozpínacího vaku však není možné aplikovat kontinuální pozitivní tlak v dýchacích cestách (CPAP) a dosáhnout adekvátního tlaku na konci výdechu (PEEP), a to i při použití expirační chlopně.[707]

Laryngeální maska

Laryngeální maska je při umělé plicní ventilaci novorozenců s porodní hmotností nad 2 000 gramů nebo u novorozenců narozených později než ve 34. gestačním týdnu alternativou za obličejovou masku nebo intubaci.[708,709]. Účinnost laryngeální masky zatím nebyla hodnocena v případě mekoniem zkalené plodové vody, během srdeční masáže ani při urgentní aplikaci léků intratracheálně.

Tracheální intubace

Tracheální intubace může být zvažována při neonatální resuscitaci v následujících situacích:

- při potřebě odsátí mekonia z trachey nebo při předpokládané obstrukci trachey z jiné příčiny,
- při neefektivní nebo prolongované ventilaci přes obličejovou masku (po opakované korekci techniky insuflace nebo polohy hlavy dítěte),
- při provádění srdeční masáže,
- ve specifických případech (kongenitální diafragmatická hernie nebo tracheální aplikace surfaktantu).

Intubace a její načasování závisí na dovednostech a zkušenostech resuscitačního týmu. Správná hloubka zavedení orotracheální rourky podle gestačního stáří je uvedena v tabulce 1.3.[710] Značení uvedené na tracheálních rourkách se může mezi jednotlivými výrobci značně lišit (značení odpovídá úrovni hlasivkových vazů) a může být odlišné od skutečnosti.

Tabulka 1.3 Hloubka zavedení orotracheální rourky podle gestačního stáří

Gestační stáří (týdny)	Tracheální rourka u rtů (cm)
23–24	5,5
25–26	6,0
27–29	6,5
30–32	7,0
33–34	7,5
35–37	8,0
38–40	8,5
41–43	9,0

Správná poloha tracheální rourky musí být potvrzena vizuálně během intubace a poté znovu zkontrolována. Rychlý vzestup srdeční frekvence (po tracheální intubaci a ventilaci pozitivním tlakem) je dobrým indikátorem správné polohy rourky v tracheobronchiálním stromě.[712] Použití detektoru vydechovaného CO_2 je účinné pro potvrzení správné polohy tracheální rourky u novorozenců, včetně novorozenců s velmi nízkou porodní hmotností.[713–716] Výsledky studií provedených na novorozencích se srdečním výdejem poukazují na rychlejší a přesnější potvrzení správné intubace detekcí CO_2 ve srovnání s klinickým hodnocením.[715–717] Neschopnost detekovat vydechovaný CO_2 je silným indikátorem nesprávné intubace do jícnu.[713,715] Falešně negativní výsledky však byly zaznamenány u případů srdeční zástavy[713] a u novorozenců s velmi nízkou porodní hmotností.[718] Měření vydechovaného oxidu uhličitého společně s klinickým vyšetřením je doporučenou a nejspolehlivější metodou pro potvrzení správné polohy tracheální kanyly u novorozenců se spontánním oběhem.

Kontinuální pozitivní tlak v dýchacích cestách

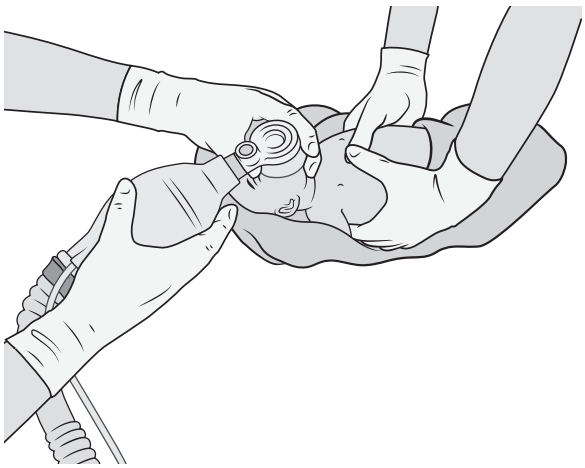
Iniciální podpora dýchání u spontánně dýchajících nedonošených novorozenců s respiračním distresem je prováděna spíše pomocí CPAP (continuous positive airway pressure) než provedením intubace.[719–721] Jelikož je množství dat o použití CPAP u donošených novorozenců po porodu velmi omezené, jsou nutné další klinické studie.[722,723]

Podpora krevního oběhu

Zahajte srdeční masáž, pokud je akce srdeční pod 60 za minutu navzdory adekvátní ventilaci. Jelikož při resuscitaci novorozence je ventilace nejefektivnější a nejdůležitější intervencí a může být kompromitována prováděním kompresí hrudníku, je před zahájením srdeční masáže životně důležité vědět, že ventilace je efektivní.

Nejúčinnější technikou provádění srdeční masáže je způsob pomocí dvou palců, které stlačující sternum v jeho dolní třetině. Ostatní prsty obemknou cirkulárně hrudník a podpírají záda dítěte (Obr. 1.31).[724] Tato technika umožňuje generovat vyšší krevní tlak a perfúzi koronárními tepnami za cenu menší únavy oproti původně používané technice stlačování hrudníku dvěma prsty.[725–728] Sternum stlačujte přibližně do hloubky jedné třetiny předozadního průměru hrudníku a mezi kompresemi hrudník úplně uvolněte, aby se hrudní stěna vždy vrátila do výchozí polohy.[729–732]

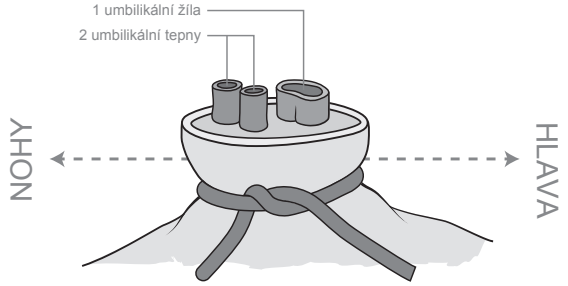
Obr. 1.31 Ventilace a komprese hrudníku u novorozence



Používejte poměr kompresí hrudníku a umělých vdechů 3:1. Cílem je dosáhnout 120 výkonů za minutu, tzn. přibližně 90 kompresí a 30 vdechů.[733–738] K zabránění interference je nutná koordinace kompresí a umělých vdechů.[739] Poměr 3:1 se používá při resuscitaci po narození, kdy je kompromitovaná výměna plynů, která je téměř vždy příčinou kardiovaskulárního kolapsu. Pokud se resuscitační tým domnívá, že zástava oběhu může být kardiálního původu, lze zvážit vyšší poměr kompresí hrudníku a umělých vdechů (15:2). Při provádění kompresí hrudníku se zdá být opodstatněné zvýšit suplementaci kyslíkem až na 100 %. Srdeční frekvenci zkontrolujeme po 30 sekundách a dále ji kontrolujeme v pravidelných intervalech. Komprese hrudníku ukončíme, jakmile stoupne spontánní srdeční frekvence nad 60 za minutu.

Farmakoterapie
Léky jsou při resuscitaci novorozence po porodu indikovány velmi vzácně. Příčinou bradykardie u novorozence je obvykle nedostatečná inflace plic nebo závažná hypoxie. Zajištění adekvátní ventilace je nejdůležitější metodou léčby bradykardie. Pokud však navzdory adekvátní ventilaci a srdeční masáži zůstává akce srdeční pod 60 za minutu, je doporučeno zvážit aplikaci léků. Nejlepší cestou aplikace léků je umbilikální venózní katetr zavedený do centrálního řečiště (Obr. 1.32).

Obr. 1.32 Pupeční pahýl u novorozence s umbilikální arterií a vénou



Adrenalin
Přestože nejsou humánní data k dispozici, je podání adrenalinu racionální, pokud nedochází ke zvýšení srdeční frekvence nad 60 za minutu navzdory adekvátní ventilaci a srdeční masáži. Pokud je adrenalin používán, podejte co nejdříve iniciální dávku 10 mikrogramů/kg (0,1ml/kg adrenalinu ředěného 1:10 000) intravenózně s následnými opakovanými dávkami 10–30 mikrogramů/kg (0,1–0,3 ml/kg v ředění 1:10 000), pokud jsou indikované.[6,693,700] Adrenalin nepodávejte intratracheálně.

Bikarbonát sodný
Pro doporučení rutinního používání bikarbonátu během resuscitace novorozenců po porodu nejsou k dispozici dostatečně validní data. V případě déletrvající zástavy oběhu, která nereaguje na jinou léčbu, podejte pomalu intravenózně bikarbonát v dávce 1–2 mmol/kg po předchozím zajištění adekvátní ventilace a perfúze.

Tekutiny
Zvažte podání tekutin v případě podezření na krevní ztrátu nebo při známkách šoku (bledost, špatné prokrvení, slabý pulz), pokud nedošlo k adekvátní odpovědi na jiné resuscitační postupy.[740] Tato situace je raritní. Pokud není k dispozici vhodná krev, podejte bolus izotonického krystaloidu v úvodní dávce 10 ml/kg. V případě příznivé odpovědi můžete být pro udržení zlepšeného klinického stavu nezbytné opakované podání. Při resuscitaci nedonošeného novorozence je potřeba objemové léčby velmi vzácná. Volumoterapie může být při podání rychlé infúze spojena s intraventrikulárním a plicním krvácením.

Nezahájení nebo ukončení resuscitace
Mortalita a morbidita novorozenců se liší regionálně a v závislosti na dostupných zdrojích.[741] Názory na výhody a nevýhody používání agresivní terapie u kompromitovaných novorozenců se liší mezi jednotlivými poskytovateli neonatologické péče, rodiči a společnostmi.[742,743]

Ukončení resuscitace
Doporučení pro ukončení resuscitace vycházejí z národních nebo lokálních pravidel. Pokud však po porodu novorozence nelze detekovat akci srdeční a stav se po dobu následujících 10 minut nemění, je vhodné uvažovat o ukončení resuscitace. Individuálně postupujeme u případů, kdy je srdeční frekvence po narození pod 60 za minutu a ke zlepšení nedochází ani po 10–15minutovém setrvalém a zjevně adekvátním resuscitačním úsilí. Rozhodnutí v této situaci nejsou jednoznačná a striktní doporučení pro takové případy neexistují.

Nezahájení resuscitace
Někdy lze identifikovat stavy, které jsou spojené s vysokou úmrtností a špatným dlouhodobým vývojem dítěte. V těchto případech je nezahájení resuscitace považováno za vhodné a přijatelné řešení, zvláště pokud byla možnost prodiskutovat stav dítěte i rodiny.[744–746] V současné době pro porodní sály neexistují žádné prognostické skórovací systémy, kromě stanovení gestačního stáří u nedonošených novorozenců na méně než 25. týden gestace. V případě ukončení nebo nezahájení resuscitace je další péče zaměřena na komfort a důstojnost dítěte včetně rodiny.

Komunikace s rodiči dítěte
Tým ošetřující novorozence by měl informovat rodiče o vývoji stavu dítěte. Při porodu dodržujte místní zvyklosti a pokud je to možné, při nejbližší příležitosti předejte dítě matce. V případě resuscitace novorozence informujte rodiče o všech postupech a důvodech jejich použití. Pokud si rodiče přejí být u resuscitace přítomni a podmínky to dovolují, měli byste jejich přání podporovat.[747]

Poresuscitační péče
Stav dětí, které vyžadovaly resuscitaci, se může s odstupem času zhoršovat. Po obnovení dýchání a krevního oběhu je nutné zajistit transport na pracoviště, které je schopné novorozence adekvátně monitorovat a řešit další potenciální komplikace.

Glykémie
Momentálně nejsou dostupná validní data o optimálním rozmezí hodnot glykémie spojených s minimálním poškozením mozku po asfyxii a resuscitaci. U novorozenců po resuscitaci by měla být monitorována a udržována hladina glykémie v normálním rozmezí.

Léčebná hypotermie
Donošení a mírně nedonošení novorozenci s rozvíjející se středně těžkou nebo těžkou hypoxicko-ischemickou encefalopatií by měli být léčeni metodou terapeutické hypotermie (pokud je to možné).[748,749] Celotělová hypotermie i selektivní chlazení hlavy jsou vhodnými léčebnými strategiemi. U novorozenců neexistují žádné důkazy o efektivitě chlazení, pokud začalo později než za 6 hodin od narození.

Prognostické parametry
Přestože je APGAR skóre široce používané v klinické praxi, pro výzkumné účely a jako prognostický parametr,[750] je jeho využitelnost zpochybňována s ohledem na velkou variabilitu hodnocení. Rozdíly v hodnocení jsou částečně vysvětlitelné chyběním konsensu, jakým způsobem skórovat novorozence se zahájenými léčebnými intervencemi nebo novorozence narozené předčasně. Z těchto důvodů bylo doporučeno rozšířené skórování, kdy jsou všechny parametry zaznamenávány v souladu se stavem pacienta a bez ohledu na intervence potřebné k dosažení tohoto stavu. Při hodnocení zvažujeme, zda stav dítěte odpovídá gestačnímu stáří. Intervence potřebné k dosažení stavu musíme rovněž skórovat. Kombinované APGAR skóre (Combined-APGAR) je ve srovnání se standardním APGAR skóre lepší v predikci výsledků u nedonošených a donošených novorozenců.[751,752]

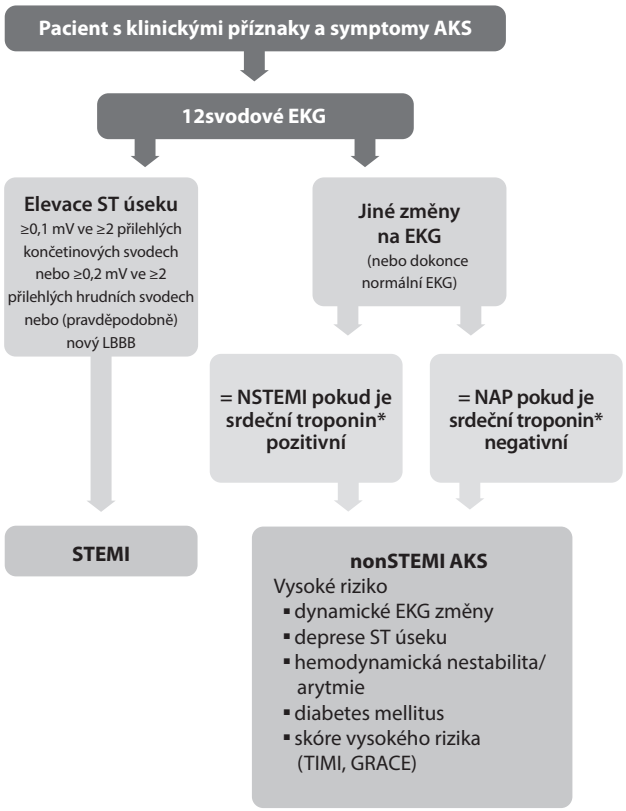
Briefing a debriefing

Před resuscitací je důležité prodiskutovat zodpovědnosti každého člena týmu. Po ukončení resuscitace na porodním sále by měl být proveden debriefing s využitím metod pozitivní a konstruktivní kritiky. V případě bolestného zármutku nad úmrtím pacienta je poskytnuta individuální psychosociální intervence všem, kteří ji potřebují.

ÚVODNÍ LÉČBA AKUTNÍHO KORONÁRNÍHO SYNDROMU

Termín akutní koronární syndrom (AKS) v sobě zahrnuje tři rozdílné klinické jednotky akutní manifestace ischemické choroby srdeční (Obr. 1.33): akutní infarkt myokardu s elevacemi ST úseku (STEMI), akutní infarkt myokardu bez elevací ST úseku a nestabilní anginu pectoris (NAP). Akutní infarkt myokardu bez elevací ST úseku a NAP jsou obvykle nazývány AKS bez elevací ST úseku (nonSTEMI AKS). Společným patofyziologickým mechanizmem AKS je eroze nebo ruptura aterosklerotického plátu.[753] Elektrokardiografická charakteristika (absence nebo přítomnost elevací ST úseku) odlišuje STEMI od nonSTEMI AKS. NonSTEMI AKS se může elektrokardiograficky projevovat depresemi ST úseku, nespecifickými abnormalitami T vlny nebo může být EKG normální. V případě absencí elevací ST úseku je non-STEMI diagnostikován vzestupem plazmatické koncentrace kardiomarkerů, zejména troponinu T nebo I, nejspecifičtějších biochemických markerů nekrózy myokardu.

Obr. 1.33 Definice akutního koronárního syndromu (AKS); EKG, elektrokardiogram; LBBB, blokáda levého Tawarova raménka; STEMI, akutní infarkt myokardu s elevacemi ST úseku; NSTEMI, akutní infarkt myokardu bez elevací ST úseku; c troponin, srdeční troponin; NAP, nestabilní angina pectoris; TIMI, trombolýza při akutním infarktu myokardu; GRACE, globální registr akutních koronárních příhod



** Pro vyšší senzitivitu je preferován vysoce senzitivní srdeční troponin*

Akutní koronární syndrom je nejčastější příčinou maligních arytmií vedoucích k náhlé srdeční smrti. Terapeutickými cíli je vyřešit život ohrožující situace, např. fibrilaci komor (VF) nebo extrémní bradykardii, a minimalizací myokardiálního poškození ochránit funkci levé komory srdeční a zabránit rozvoji srdečního selhání. Současná doporučení kladou důraz na první hodiny od začátku příznaků. Léčba poskytovaná v přednemocniční péči a úvodní léčba na urgentním příjmu se mohou lišit v závislosti na lokálních možnostech, dostupných zdrojích a předpisech. Tato doporučení jsou v souladu s doporučenými postupy pro diagnostiku a léčbu pacientů s akutním infarktem myokardu s elevacemi úseku ST Evropské kardiologické společnosti (ESC, European Society of Cardiology) a American College of Cardiology/American Heart Association.[424,754]

Diagnostika a riziková stratifikace akutního koronárního syndromu

Příznaky a symptomy AKS

AKS se typicky projevuje jako vyzařující bolest na hrudi, pocit dušnosti a pocení. U starších osob, u žen a u diabetiků se mohou vyskytovat atypické symptomy a neobvyklé manifestace onemocnění. Žádný z příznaků a symptomů AKS není sám o sobě patognomonický. Zmírnění bolesti na hrudi po aplikaci nitroglycerinu může být zavádějící a proto není doporučeno tento postup používat jako diagnostický.[755] Symptomy mohou být intenzivnější a trvat déle u nemocných se STEMI, ale rozdíl nelze spolehlivě použít k odlišení mezi STEMI a nonSTEMI AKS.[424,756–758]

12svodové EKG

Při podezření na AKS by mělo být zaznamenáno a vyhodnoceno 12svodové EKG co nejdříve po prvním kontaktu s nemocným.[754,756,758] STEMI je typicky diagnostikován při zjištění elevací ST úseku splňujících voltážní kritéria při absenci hypertrofie levé komory srdeční nebo při blokádě levého raménka Tawarova (LBBB).[424] U pacientů s podezřením na akutní ischemii myokardu s nově vzniklým nebo předpokládaně nově vzniklým LBBB je třeba zvážit promptní reperfuzní léčbu, preferenčně primární PCI. U pacientů se STEMI spodní stěny by měly být vždy zaznamenány pravostranné prekordiální svody k vyloučení akutního infarktu pravé komory srdeční.

Záznam 12svodového EKG v přednemocniční fázi ošetření umožňuje kvalifikované avizování nemocného v kardiocentru a urychluje následné léčebné postupy v nemocnici. V mnoha studiích využívajících přednemocniční záznam 12svodového EKG byl čas od předání v nemocnici do zahájení reperfúzní léčby zkrácen o 10–60 minut, což je u nemocných léčených primární PCI i systémovou trombolýzou spojeno se zkrácením času do reperfúze a s redukcí mortality.[759–767]

Vyškolený personál zdravotnické záchranné služby (lékaři a záchranáři) mohou diagnostikovat STEMI s vysokou specificitou a senzitivitou srovnatelnou s diagnostickou přesností v nemocnici.[768,769] Proto je rozumné, aby byli v podmínkách striktní a průběžné kontroly kvality zdravotničtí záchranáři vyškoleni k diagnostikování STEMI bez přímé konzultace s lékařem. Pokud není přednemocniční interpretace EKG dostupná, je vhodné použít automatický elektronický [770,771] nebo telemetrický způsob interpretace.[762,770–777]

Biomarkery, pravidla pro časné propuštění a protokoly pro observaci nemocných s bolestí na hrudi

Při absenci elevací ST úseku je na základě sugestivní anamnézy a zvýšené plazmatické koncentrace biochemických markerů nekrózy myokardu (troponiny, CK a CK-MB) možné diagnostikovat akutní infarkt myokardu bez elevací ST úseku a odlišit ho od STEMI nebo nestabilní anginy pectoris. Stanovení vysoce senzitivních (ultrasenzitivních) srdečních troponinů může zvýšit senzitivitu a urychlit diagnózu akutního infarktu myokardu u pacientů s podezřením na akutní ischemii myokardu.[778] Stanovení kardiomarkerů na urgentním příjmu by mělo být součástí vstupního vyšetření všech nemocných s podezřením na ischemii myokardu. Vzhledem ke zpoždění jejich vyplavení z poškozeného myokardu je však nelze použít pro diagnostiku v prvních hodinách od začátku symptomů. U pacientů s trváním symptomů do 6 hodin a negativním vstupním troponinem by měly být kardiomarkery stanoveny znovu za 2–3 hodiny, nejdéle za 6 hodin v případě hs-cTn, a do 12 hodin při stanovení běžného troponinu.

U pacientů s netypickou osobní anamnézou, normálním fyzikálním nálezem, negativním vstupním EKG a negativními kardiomarkery přesto nemůže být AKS spolehlivě vyloučen. Je nutné nemocné dále sledovat, stanovit správnou diagnózu a učinit terapeutická rozhodnutí. V případě vyloučení akutního infarktu myokardu je třeba dokončit vyšetřovací proces doplněním neinvazivních zobrazovacích metod nebo zátěžového testu k vyloučení ischemické choroby srdeční.

Zobrazovací metody

Účinný screening nemocných s podezřením na AKS, avšak s negativním EKG a s negativním výsledkem vyšetření kardiomarkerů zůstává výzvou.

Pro screening pacientů s nízkým rizikem a identifikaci těch skupin pacientů, kteří mohou být bezpečně propuštěni domů byly vyvinuty neinvazivní zobrazovací metody (CT angiografie[779], magnetická rezonance srdce, scintigrafie myokardu[780] a echokardiografie[781]). Echokardiografie by na oddělení urgentního příjmu měla být běžně dostupná a využívaná u všech nemocných s podezřením na AKS.

Multidetektorová CT angiografie věnčitých tepen (MDCTCA) byla zařazena do diagnostických postupů na urgentním příjmu nedávno. Aktuální metaanalýza prokázala pro MDCTCA vysokou senzitivitu a nízký negativní poměr věrohodnosti (0,06). Metoda byla na urgentním příjmu spolehlivá pro vyloučení AKS u nemocných s akutní bolestí na hrudi s nízkým až středním rizikem.[786] O rutinním používání MDCTCA se však stále diskutuje pro nemožnost pozitivního průkazu ischemie a také pro vysokou radiační zátěž.

Léčba symptomů akutního koronárního syndromu

Nitráty

V případě trvající stenokardie a pokud je hodnota systolického krevního tlaku (TKs) nad 90 mm Hg může být podán nitroglycerin (Obr. 1.34). Nitroglycerin může být účinný i v terapii plicního městnání. Nitráty nemají být používány u nemocných s hypotenzí (TKs ≤ 90 mm Hg), zejména při současné bradykardii, a u pacientů s akutním infarktem spodní stěny s podezřením na postižení pravé srdeční komory. Nitroglycerin aplikujte v dávce 0,4 mg sublinguálně každých 5 minut, maximálně tři dávky a jen pokud to umožní hodnota TKs. Pro perzistující bolest na hrudi nebo plicní edém podejte nitroglycerin nitrožilně v dávce 10 µg/min a titrujte podle hodnoty krevního tlaku.

Obr. 1.34 Algoritmus léčby akutního koronárního syndromu; EKG, elektrokardiogram; TKs, systolický krevní tlak; STEMI, akutní infarkt myokardu s elevacemi ST úseku; nonSTEMI AKS, akutní koronární syndrom bez elevací ST úseku; PCI, perkutánní korornární intervence; CMP, cévní mozková příhoda; TIA, transitorní ischemická ataka

Analgezie

Analgetikem volby pro bolest na hrudi rezistentní na nitráty je morfin. Morfin nemocné rovněž zklidňuje, takže ve většině případů není nutné podání sedativ. Protože morfin působí venodilataci, může mít přídatný příznivý efekt u nemocných s plicním městnáním. Aplikujte morfin v iniciální dávce 3–5 mg nitrožilně a opakujte po několika minutách až do odeznění bolesti. Nepodávejte nesteroidní antirevmatika pro jejich protrombotický efekt.[787]

Kyslík

Narůstá množství důkazů, které zpochybňují úlohu oxygenoterapie při náhlé zástavě oběhu, po obnovení spontánního oběhu a při léčbě AKS. Nemocní s akutní bolestí na hrudi s předpokládaným AKS nevyžadují oxygenoterapii, pokud u nich nejsou patrny známky hypoxie, dušnost či příznaky srdečního selhání. Přibývá důkazů, že hyperoxie může být pro pacienty s nekomplikovaným akutním infarktem myokardu škodlivá.[393,788–790] Při náhlé zástavě oběhu provádějte ventilaci 100% kyslíkem. Po obnovení spontánního oběhu titrujte koncentraci kyslíku k dosažení periferní saturace kyslíku v rozmezí 94–98 %, u nemocných s chronickou obstrukční plicní nemocí na hodnoty 88–92 %.[424,791]

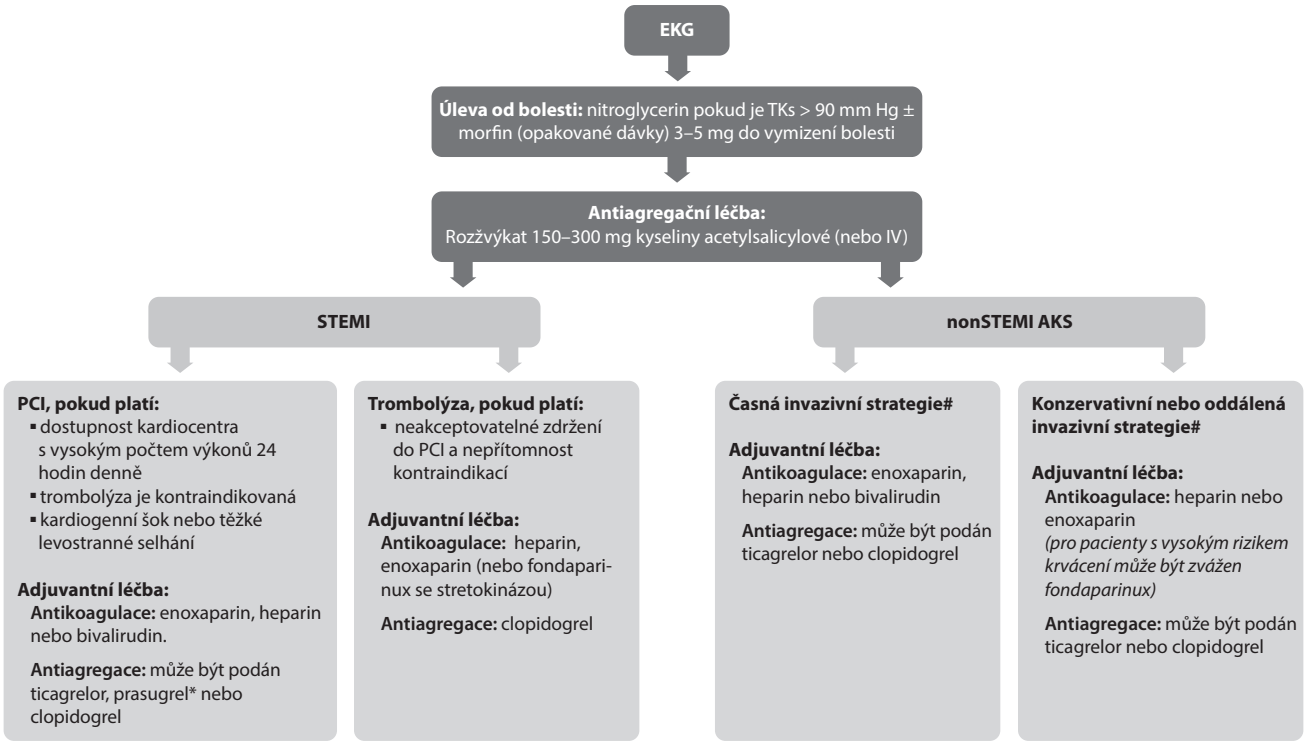
Léčba příčiny akutního koronárního syndromu

Antiagregancia

Aktivace a agregace trombocytů v souvislosti s rupturou aterosklerotického plátu je hlavní patofyziologický mechanizmus rozvoje AKS. Antiagregační léčba je klíčovou součástí léčby AKS bez ohledu na jeho typ, revaskularizační léčbu a dosažení reperfuze.

Kyselina acetylsalicylová

Rozsáhlé randomizované klinické studie prokázaly při léčbě kyselinou acetylsalicylovou (ASA) redukci mortality nemocných s AKS nezávisle na reperfuzní a revaskularizační strategii.



(Po podání prasugrelu zvýšené riziko nitrolebního krvácení u nemocných s anamnézou CMP nebo TIA, starších 75 let a pacientů s tělesnou hmotností <60 kg*
 # Podle stratifikace

Blokátory receptoru pro ADP

Blokáda receptoru pro ADP thienopyridiny, clopidogrelem a prasugrelem (ireverzibilní blokáda), a cyklopentyl-triazolo-pyrimidinem, ticagrelorem (reverzibilní blokáda), vede k posílení antiagregačního efektu dosaženého ASA.

Inhibitory glykoproteinu IIb/IIIa

Blokáda receptoru pro glykoprotein IIb/IIIa je antiagregační intervence na konci agregační kaskády. Eptifibatid a tirofiban navozují reverzibilní blokádu, abciximab ireverzibilní. V současné době není dostatek dat podporujících rutinní podávání inhibitorů glykoproteinu IIb/IIIa u nemocných se STEMI nebo s nonSTEMI AKS. Nepodávejte je bez znalosti koronární anatomie.

Antikoagulancia

Nefrakcionovaný heparin (UFH) je nepřímým inhibitorem trombinu, který je v kombinaci s ASA používán jako adjuvantní léčba k systémové trombolýze nebo k primární PCI a je také důležitou součástí léčby NAP a non-STEMI. Alternativou jsou specifické blokátory aktivity faktoru Xa (nízkomolekulární hepariny [LMWH], fondaparinux) a přímé inhibitory trombinu (bivalirudin). Rivaroxaban, apixaban a další perorální přímé inhibitory trombinu mohou být indikovány u některých nemocných později, nikoliv však v úvodní terapii AKS.[792] Další detaily ohledně léčby antikoagulancii jsou uvedeny v samostatné kapitole Úvodní léčba akutního koronárního syndromu.[7]

Reperfúzní strategie u nemocných se STEMI

Reperfúzní léčba nemocných se STEMI je nejdůležitějším pokrokem v léčbě akutního infarktu myokardu v posledních třiceti letech. Reperfúze může být dosažena podáním systémové trombolýzy, provedením primární PCI nebo kombinací obojího. Účinnost reperfúzní léčby velmi záleží na intervalu, který uplynul od začátku symptomů do dosažení reperfúze. Systémová trombolýza je účinná zejména během prvních 2–3 hodin od začátku symptomů, primární PCI je na čase závislá méně.

Systémová trombolýza

Přednemocniční podání systémové trombolýzy je prospěšné u pacientů se STEMI a s příznaky a symptomy AKS s pravděpodobně nově vzniklým LBBB. Účinnost je nejvyšší časně po začátku symptomů. Pacientům se symptomy AKS a s EKG nálezem STEMI (nebo s pravděpodobně nově vzniklým LBBB nebo s akutním infarktem zadní stěny), kteří sami přicházejí na urgentní příjem by měla být podána systémová trombolýza co nejdříve, pokud není plánován transport k primární PCI v požadovaném časovém intervalu. Přednemocniční trombolýza je účinná zejména v případě dlouhých transportních časů, např. > 30–60 minut.

Zdravotníci, kteří podávají systémovou trombolýzu musí znát všechny kontraindikace a rizika. Pacienti s rozsáhlým akutním infarktem myokardu (extenzivní EKG změny) mají z trombolýzy největší prospěch. Ve srovnání s akutním infarktem přední stěny jsou méně zjevné výhody trombolýzy u pacientů s akutním infarktem spodní stěny.

Primární perkutánní koronární intervence

Koronární angioplastika s implantací stentu nebo bez ní je v současnosti hlavním způsobem léčby nemocných se STEMI. Primární PCI provedená s minimálním zdržením od prvního kontaktu pacienta se zdravotníkem do první inflace balónku v kardiocentru s velkým počtem výkonů a zkušeným intervenčním kardiologem je spojená s nižší mortalitou a morbiditou ve srovnání se systémovou trombolýzou.[793]

Systémová trombolýza versus primární PCI

Zatímco dostupnost primární PCI může být limitovaná počtem kompetentních kardiocenter, systémová trombolýza je široce dostupná reperfúzní strategie. Obě léčebné strategie jsou prověřené a v posledních desetiletích byly předmětem rozsáhlých multicentrických randomizovaných klinických studií. Zdržení související s transportem do kardiocentra a s procedurou primární PCI (interval diagnóza-nafouknutí balónku mínus interval diagnóza-jehla) jsou klíčové parametry v rozhodování o nejvhodnější revaskularizační strategii. Trombolytická léčba je nejúčinnější u nemocných do 2–3 hodin od začátku symptomů. Ve srovnání s primární PCI je výhodnější, pokud je podaná do 2 hodin od začátku symptomů a je kombinovaná s rescue PCI nebo s oddálenou PCI. Zatímco u pacientů v časné fázi symptomů, u mladších nemocných a pacientů s rozsáhlým infarktem přední stěny může být zdržení 60 minut související s primární PCI neakceptovatelné, u nemocných s trváním symptomů > 3 hodiny je akceptovatelné zdržení do 120 minut.[794]

Optimalizace systému poskytované péče může významně zkrátit zdržení související s primární PCI:[795,796]

- Přednemocniční záznam EKG by měl být proveden a interpretován co nejdříve. Tento postup může snížit mortalitu nemocných se STEMI plánovaných k provedení primární PCI i k podání systémové trombolýzy.
- Rozpoznání STEMI může být realizováno telemetricky, lékařem přítomným na místě nebo vyškolenými záchranáři, a to s pomocí nebo bez pomoci automatické počítačové analýzy EKG.
- V případě plánované primární PCI může přednemocniční aktivace katetrizačního týmu přispět ke snížení mortality.[797]

Další podmínky efektivního systému péče jsou:

- Katetrizační laboratoř připravená k výkonu do 20 minut od vyžádání a dostupná 24 hodin denně.
- Poskytování zpětné vazby o intervalu od začátku symptomů do PCI.

U pacientů s kontraindikací trombolýzy je PCI léčbou první volby i přes časové zdržení. Její provedení je lepší než neposkytnutí žádné reperfúzní terapie. Pro nemocné se STEMI s kardiogenním šokem je primární PCI (nebo aortokoronární bypass) preferovaným způsobem léčby. Trombolýza by měla být indikovaná pouze v případě předpokládaného výrazného zdržení v souvislosti s PCI.

Třídění a mezinemocniční transport k primární PCI

Většina nemocných se STEMI je diagnostikovaná v rámci přednemocniční neodkladné péče anebo na urgentním příjmu nemocnice bez kardiocentra. Pokud může být PCI provedena do 60–90 minut, je preferován primární transport do kardiocentra před přednemocniční trombolýzou.[797–801] U dospělých pacientů se STEMI na urgentním příjmu nemocnice bez kardiocentra může být rovněž indikován urgentní transport do kardiocentra k primární PCI, pokud je tento postup spojen s akceptovatelným zdržením.

Méně jasné je, zda-li je pro mladé pacienty s akutním infarktem přední stěny s trváním < 2–3 hodiny vhodnější okamžité podání systémové trombolýzy (v přednemocniční péči nebo v nemocnici) nebo transport k primární PCI.[794] Naopak transport k primární PCI je vhodný pro nemocné se STEMI s trváním příznaků více než 3 hodiny, ale méně než 12 hodin.

Kombinace systémové trombolýzy a perkutánní koronární intervence

Trombolýza a PCI mohou být různým způsobem kombinovány. Rutinní okamžitá PCI po podané trombolýze je spojená se zvýšeným rizikem intrakraniálního krvácení a závažného krvácení bez prospěchu z poklesu mortality a výskytu reinfarktů.[802–806] Naopak v případě selhání trombolýzy je vhodné provést PCI podle klinických příznaků a míry ústupu elevací ST úseku.[807] V případě klinicky úspěšné trombolýzy (ústup klinických příznaků a rezoluce ST elevací o > 50 %) je provedení koronarografie s odstupem několika hodin po trombolýze (farmakoinvazivní přístup) spojeno se zlepšením prognózy nemocných. Tato strategie zahrnuje časný mezinemocniční transport po podání trombolýzy.

Speciální situace

Kardiogenní šok

AKS je nejčastější příčinou kardiogenního šoku, hlavně z důvodu rozsáhlého ischemického postižení myokardu nebo mechanické komplikace akutního infarktu myokardu. Přestože kardiogenní šok není častý, je spojen s krátkodobou mortalitou až 40 %.[808] Časná invazivní strategie (primární PCI, PCI po trombolýze) je indikovaná u všech nemocných vhodných k revaskularizaci.[809] Observační studie ukázaly, že tato strategie může být prospěšná také u starších nemocných (> 75 let). Přes časté používání v praxi není v současnosti k dispozici žádná evidence pro

použití intraaortální balónkové kontrapulzace u kardiogenního šoku.[808] U nemocných s akutním infarktem spodní stěny a šokem bez plicního edému je třeba předpokládat akutní infarkt pravé komory srdeční. Elevace ST úseku ≥ 1 mm ve svodu V4R je dobrým indikátorem infarktu pravé komory. Hospitalizační mortalita těchto pacientů je až 30 % a nemocní mohou mít prospěch z reperfúzní léčby. Vyhněte se nitrátům a jiným vazodilatátorům, hypotenzi řešte tekutinovou terapií.

Reperfúzní léčba po úspěšné KPR

Invazivní léčba nemocných po obnovení spontánního oběhu (např. časná koronarografie a PCI, pokud je indikována) je kontroverzní pro nedostatek důkazů a významné dopady na využití dostupných zdrojů (včetně nutnosti transportu pacientů do kardiocentra), zejména u pacientů po dlouhé resuscitaci a s nespecifickými změnami na EKG

PCI u pacientů po KPR s elevacemi ST úseku

Nejvyšší prevalenci akutní koronární léze po obnovení oběhu je možné najít u nemocných s elevacemi ST úseku nebo s LBBB na EKG záznamu. Není k dispozici žádná randomizovaná klinická studie, ale mnoho observačních studií prokázalo, že tato strategie je spojená se zlepšením prognózy. Recentní metaanalýza potvrdila, že časná angiografie je spojená s nižší mortalitou [OR 0,35 (0,31 to 0,41)] i s vyšší šancí na příznivý neurologický výsledek [OR 2,54 (2,17 to 2,99)].[797]

Na základě těchto údajů je doporučeno provést urgentní koronarografii (a primární PCI, pokud je indikována) u dospělých pacientů po obnovení oběhu po mimonemocniční náhlé zástavě oběhu s pravděpodobnou kardiální příčinou a nálezem elevací ST úseku na EKG.[810]

Observační studie dále naznačují, že po obnovení oběhu je optimálního výsledku dosaženo při kombinaci cílené regulace tělesné teploty a PCI v rámci standardizovaného protokolu neuroprotektivní péče po srdeční zástavě.

PCI u pacientů po KPR bez elevací ST úseku

Pro indikaci urgentní koronarografie u nemocných po obnovení oběhu bez nálezu elevací ST úseku jsou k dispozici pouze rozporuplná data pocházející z observačních studií[410,412] a z analýz podskupin.[413] Je ale vhodné zvážit urgentní koronarografii u pacientů po obnovení oběhu po srdeční zástavě způsobené s velmi vysokou pravděpodobností koronární příčinou. Rozhodnutí o provedení ovlivňuje řada faktorů, jako jsou věk, trvání neodkladné resuscitace, přítomnost hemodynamické nestability, úvodní srdeční rytmus, neurologický stav při přijetí do nemocnice a pravděpodobnost kardiální etiologie náhlé zástavy oběhu. U pacientů, kteří jsou dopraveni do nemocnice bez kardiocentra je třeba individuálně zvážit, zda prospěch z případného transportu k provedení urgentní koronarografie převažuje nad potenciálními riziky.

PRVNÍ POMOC

První pomoc lze definovat jako vzorec chování a úvodní pomoci poskytované při náhle vzniklém onemocnění nebo úrazu. První pomoc může být zahájena kýmkoliv a v jakékoliv situaci. Poskytovatel první pomoci je osoba vyškolená v poskytování první pomoci, která by měla umět:

- rozpoznat, vyhodnotit a stanovit prioritu potřeb poskytnutí první pomoci,
- poskytnout pomoc s využitím odpovídajících dovedností,
- rozpoznat vlastní limity a v případě potřeby vyhledat další pomoc.

Mezi cíle první pomoci patří záchrana života, zmírnění utrpení, prevence zhoršování následků onemocnění nebo zranění a podpora zotavení. Definice první pomoci vytvořená pracovní skupinou ILCOR v roce 2015 zahrnuje nutnost rozpoznat zranění nebo onemocnění, potřebu zdokonalovat svoje specifické dovednosti a schopnost poskytnout okamžitou pomoc, v případě potřeby pak současně aktivovat zdravotnickou záchrannou službu nebo zajistit další zdravotní péči.[811] Metody hodnocení stavu a léčba používaná v rámci poskytování první pomoci by měly být spolehlivé a vycházet z principů medicíny založené na důkazech, při neexistenci vědeckých důkazů pak z odborného lékařského konsenzu. Rozsah poskytované první pomoci nezávisí pouze na vědeckých poznatcích, neboť může být ovlivněn způsobem vzdělávání a regulačními předpisy. Protože se rozsah poskytované první pomoci v jednotlivých zemích nebo regionech liší, může být nutné tyto doporučené postupy modifikovat v závislosti na individuálních okolnostech, potřebách a regulačních omezeních.

První pomoc při naléhavých interních stavech

Polohování postiženého v bezvědomí s dostatečným dýcháním

Při porovnání několika modifikací zotavovací polohy nebyly zjištěny významné rozdíly mezi různými způsoby provedení.[812–814]
Postiženého v bezvědomí, který normálně dýchá, otočte raději na bok do zotavovací polohy oproti jeho ponechání vleže na zádech. V některých situacích, např. při srdeční zástavě s agonálním dýcháním nebo při bezvědomí následkem úrazu, není otáčení postiženého na bok do zotavovací polohy správné.

Optimální poloha postiženého v šokovém stavu

Uložte postiženého v šokovém stavu do polohy vleže na zádech (supinační poloha). Pokud nejsou patrné známky úrazu, můžete zajistit přechodné zlepšení základních životních funkcí pasivním zvednutím dolních končetin.[815–817] Klinický význam tohoto přechodného zlepšení stavu však nebyl potvrzen.

Podávání kyslíku při poskytování první pomoci

Při poskytování první pomoci neexistují žádné absolutní indikace pro podávání kyslíku.[818–821] Aplikace přidaného kyslíku může mít potenciálně nežádoucí účinky, které mohou komplikovat průběh onemocnění nebo dokonce zhoršit léčebný výsledek. Pokud je kyslík používán, měl by být podáván pouze náležitě proškoleným poskytovatelem první pomoci, který může účinky oxygenoterapie monitorovat.

Podání bronchodilatačních léků

Bylo prokázáno, že podání bronchodilatačních léků při astmatu zkracuje dobu trvání obtíží u dětí a zkracuje dobu do subjektivního zlepšení pocitu dušnosti u mladších dospělých trpících astmatem.[822,823] Pomožte nemocným s astmatem s podáním jejich bronchodilatačních léků při vzniku dechových obtíží. Poskytovatelé první pomoci musí být vyškoleni v různých způsobech podávání bronchodilatačních léků.[824–826]

Rozpoznání cévní mozkové příhody

Cévní mozková příhoda (CMP, „mrtvice“) je ložiskové neúrazové cévní onemocnění centrálního nervového systému, které obvykle způsobuje jeho trvalé poškození následkem mozkového infarktu, krvácením do mozkového parenchymu nebo subarachnoidálním krvácením.[827] Poskytovatel první pomoci musí rychle rozpoznat příznaky CMP, protože včasné přijetí nemocného do iktového centra a včasná léčba výrazně zlepšují léčebný výsledek.[828,829] Existuje mnoho důkazů, že použití skórovacího systému pro hodnocení stavu zkracuje čas do definitivního ošetření.[830–833] Použijte skórovací systém pro CMP u postižených s podezřením na vznik tohoto onemocnění, aby se zkrátil čas do jeho rozpoznání a definitivního ošetření. Poskytovatelé první pomoci musí být vyškoleni v používání systému FAST (Face-Arm-Speech Tool, obličej-paže-řeč) nebo CPSS (Cincinnati Pre-hospital Stroke Scale) jako vodítka pro včasné rozpoznání CMP.

Podání aspirinu při bolesti na hrudi

Při podezření na infarkt myokardu snižuje kardiovaskulární mortalitu včasné podání kyseliny acetylsalicylové (aspirinu) v přednemocniční fázi během prvních hodin od vzniku bolesti na hrudi.[834,835] Při podezření na infarkt myokardu (AKS/AIM) podejte dospělým s bolestí na hrudi co nejdříve 150–300 mg aspirinu k rozkousání.
Riziko výskytu komplikací, zejména anafylaxe a závažného krvácení, je relativně nízké.[836–840] Aspirin by neměl být podáván pacientům, kteří mají známou alergii na kyselinu acetylsalicylovou nebo kontraindikaci takové léčby. Nepodávejte aspirin dospělým s bolestí na hrudi nejasné etiologie. Včasné podání aspirinu by nikdy nemělo zpozdit převoz pacienta k definitivní ošetření do nemocnice.

Druhá dávka adrenalinu při anafylaxi

Anafylaxe je potenciálně smrtelná alergická reakce, která vyžaduje okamžité rozpoznání a léčbu. Adrenalin odvrací patofyziologické příznaky

anafylaxe a zůstává nejdůležitějším lékem, zejména pokud je aplikován při těžké alergické reakci během několika prvních minut.[287,841,842] V prostředí mimo nemocnici je adrenalin aplikován pomocí předplněných autoinjektorů, které obsahují jednu dávku 300 mikrogramů adrenalinu (dávka pro dospělé) pro intramuskulární autoaplikaci nebo aplikaci prostřednictvím vyškoleného poskytovatele první pomoci. Druhou intramuskulární dávku adrenalinu podejte v přednemocniční péči postiženým s anafylaxí, která neustoupila během 5 až 15 minut od podání první intramuskulární dávky adrenalinu autoinjektorem.[843–852] Podání druhé intramuskulární dávky adrenalinu může být rovněž nezbytné, pokud se příznaky objeví znovu.

Léčba hypoglykémie

Hypoglykémie u pacientů s diabetem je obvykle náhle vzniklou a život ohrožující událostí s typickými příznaky: pocitem hladu, bolestí hlavy, neklidem, svalovým třesem, pocením, psychotickým chováním (často připomínajícím opilost) a ztrátou vědomí. Je velmi důležité včas tyto příznaky rozpoznat jako projev hypoglykémie, protože postižení vyžadují rychlou pomoc. Postiženým při vědomí se symptomatickou hypoglykémií podejte tablety glukózy v dávce odpovídající 15–20 g glukózy. Pokud nejsou tablety glukózy k dispozici, použijte jiné potravinové formy cukru.[853–855] Pokud je pacient v bezvědomí nebo není-li schopen polykat, vyhněte se perorálnímu podání cukru z důvodu rizika aspirace a přivolejte záchrannou službu.

Dehydratace spojená s námahou a rehydratační léčba

Poskytovatelé první pomoci jsou často využíváni k asistenci na „občerstvovacích stanicích" při sportovních akcích. K zajištění rehydratace osob s prostou dehydratací po fyzické námaze použijte perorální 3–8% roztok sacharidů a iontů.[856–864] Mezi alternativní rehydratační nápoje patří voda, 12% roztok sacharidů a iontů,[856] kokosová voda,[857,863,864] 2% mléko,[861] nebo čaj s přidaným roztokem sacharidů a iontů anebo bez něj.[858,865] Perorální rehydratace nemusí být vhodná pro postižené s těžkou dehydratací, která je spojená s hypotenzí, hyperpyrexií nebo změnou chování a vědomí. Těmto postiženým by měla být poskytnuta odborná zdravotnická péče s možností podání nitrožilních tekutin.

Zasažení oka chemikáliemi

Při zasažení oka chemickou látkou je okamžitým opatřením vyplachování oka velkým množstvím čisté tekoucí vody. Výplach velkým množstvím vody je účinnější pro normalizaci pH rohovky v porovnání s použitím malého objemu vody nebo výplachem pomocí fyziologického roztoku.[866] Zajistěte neodkladné ošetření postiženého profesionálním zdravotníkem.

První pomoc při úrazových stavech

Zástava krvácení

Pokud je to možné, použijte k zástavě zevního krvácení přímý tlak v ráně (s použitím obvazu nebo bez něj). Nesnažte se zastavit masivní zevní krvácení stlačením proximálních tlakových bodů nebo elevací končetiny. Pro zástavu malého nebo vnitřního krvácení v oblasti končetin může však být výhodné využít lokálního chlazení (s tlakem na postižené místo nebo bez něj).[867,868] Krvácení, které nelze zastavit přímým tlakem, může být ošetřeno použitím hemostatického obvazu nebo zaškrcovadla (viz níže).

Hemostatické obvazy

Hemostatické obvazy se běžně používají k zástavě krvácení v chirurgii a vojenských podmínkách, zejména pokud se rána nachází v nestlačitelné oblasti, např. na krku, na břiše nebo v tříslech.[869–873] Použijte hemostatický obvaz, pokud nelze zastavit masivní zevní krvácení přímým tlakem nebo pokud se rána nachází v místě, kde nelze použít přímý tlak.[874–877] Pro bezpečné a účinné použití těchto obvazů je nutný nácvik.

Použití zaškrcovadla (turniketu)

Krvácení z cévních poranění na končetinách může mít za následek život ohrožující vykrvácení a patří mezi hlavní příčiny odvratitelných úmrtí na bitevním poli i v civilním prostředí.[878,879] Ve vojenském prostředí se k zástavě masivního zevního končetinového krvácení využívají zaškrcovadla (turnikety) již mnoho let.[880,881] Použití zaškrcovadla vede ke snížení úmrtnosti.[880–889] Použijte zaškrcovadlo (turniket), pokud nelze masivní zevní končetinové krvácení zastavit přímým tlakem. Pro bezpečné a účinné použití zaškrcovadla je nutný nácvik.

Repozice dislokovaných zlomenin

Poskytovatelé první pomoci ošetřují často končetinová poranění, mezi která patří zlomeniny, vykloubení a podvrtnutí. Dislokované zlomeniny dlouhých kostí nenapravujte. Poraněnou končetinu znehybněte přiložením dlahy. Repozice zlomenin může být prováděna pouze těmi, kteří jsou v tomto postupu speciálně vyškoleni.

První pomoc při otevřeném poranění hrudníku

Správný postup při otevřeném poranění hrudníku je zásadní, neboť neúmyslné utěsnění rány nesprávně přiloženým neprodyšným obvazem nebo pomůckou nebo přiložení obvazu, který se neprodyšným stane, může mít za následek život ohrožující komplikaci v podobě tenzního pneumothoraxu.[890] Otevřenou ránu na hrudníku ponechte zcela nezakrytou s ponechanou komunikací s okolním prostředím, nebo pokud je to nutné použijte prodyšné krytí. Krvácení omezené na malou plochu zastavte přímým tlakem.

Znehybnění (imobilizace) krční páteře

Při podezření na poranění krční páteře se stalo běžnou praxí používání krčního límce k zabránění dalšímu poranění důsledkem pohybů páteře. Uvedený postup byl však založen spíše na konsenzuálních názorech, nikoliv podložen vědeckými důkazy.[891,892] Navíc byly prokázány klinicky významné nežádoucí účinky, např. zvýšení nitrolebního tlaku, k němuž po nasazení krčního límce dochází.[893–897] Rutinní používání krčního límce poskytovatelem první pomoci není nadále doporučeno. Při podezření na poranění krční páteře stabilizujte hlavu postiženého rukama tak, abyste zabránili jejímu pohybu, dokud na místo nedorazí zkušený zdravotník.

Rozpoznání otřesu mozku

Ačkoliv by poskytovatelům první pomoci značně pomohl v rozpoznání otřesu mozku skórovací systém,[898] v současné době není k dispozici žádný jednoduchý a osvědčený skórovací systém. Postižení s podezřením na otřes mozku by měli být vyšetřeni profesionálním zdravotníkem.

Chlazení popálenin

Okamžité aktivní chlazení popálenin jakoukoliv metodou, která snižuje teplotu postižené tkáně, je po mnoho let běžným doporučením pro první pomoc. Chlazení popálených ploch zmenšuje výslednou hloubku popáleniny[899,900] a pravděpodobně snižuje počet pacientů vyžadujících přijetí k hospitalizaci.[901] Dalším přínosem chlazení je úleva od bolesti, zmenšení otoku, snížení výskytu infekčních komplikací a urychlení procesu hojení ran. Aktivně a co nejdříve ochlazujte popáleniny vodou po dobu alespoň 10 minut. Při chlazení rozsáhlých popálených ploch nebo popálenin u malých dětí dejte pozor, aby nedošlo k celkovému podchlazení (hypotermii).

Popáleninové obvazy

Na trhu je k dispozici široká nabídka popáleninových obvazů,[902] ale nebyl nalezen žádný vědecký důkaz pro stanovení, který typ obvazu (vlhký nebo suchý) je nejúčinnější. Po ochlazení popáleniny překryjte volně přiloženým sterilním krytím.

Avulze zubu

Poranění nebo avulze zubu může nastat po pádu nebo poranění obličeje. Metodou volby je okamžitá reimplantace. Pro poskytovatele první pomoci je však mnohdy nemožné zub reimplantovat z důvodu nedostatečného nácviku nebo dovedností s tímto postupem. Pokud nemůže být zub okamžitě reimplantován, uložte jej do balancovaného solného roztoku. Pokud není takový roztok k dispozici, použijte v pořadí dle preference: propolis, vaječný bílek, kokosovou vodu, elektrolytový roztok s vysokým obsahem draslíku, plnotučné mléko, fyziologický roztok, nebo fosfátový pufr (PBS). Co nejrychleji zajistěte ošetření zubním lékařem.

Vzdělávání v první pomoci

S cílem zlepšit prevenci, rozpoznávání a ošetření vzniklých poranění a onemocnění jsou doporučeny vzdělávací programy pro první pomoc, veřejné osvětové kampaně a povinné nácviky poskytování první pomoci.[901,903,904]

PRINCIPY VZDĚLÁVÁNÍ V RESUSCITACI

Řetězec přežití[13] byl rozšířen na tzv. vzorec přežití[11], protože stanovený cíl zachránit více životů se nemůže opírat pouze o solidní a vysoce kvalitní vědecké poznatky, ale rovněž o efektivní vzdělávání laiků a zdravotnického personálu.[905] Všichni, kteří se věnují zajištění péče o pacienty se srdeční zástavou by za účelného využívání dostupných prostředků měli být schopni implementovat do praxe postupy, které mohou zlepšovat výsledky léčby srdeční zástavy.

Výuka základní neodkladné resuscitace

Koho a jakým způsobem školit?

Základní neodkladná resuscitace je základním kamenem resuscitace a je všeobecně známým faktem, že KPR prováděná svědky příhody je pro přežití mimonemocniční zástavy oběhu klíčová. Srdeční masáž a včasná defibrilace jsou zásadními determinanty přežití mimonemocniční zástavy oběhu. Existují určité důkazy, že zavedení školení pro laickou veřejnost zlepšilo výsledky přežívání po 30 dnech i po jednom roce od srdeční zástavy.[906,907]

Studie také dokazují, že výuka KPR pro laiky zvyšuje jejich ochotu zahájit v reálných situacích základní neodkladnou resuscitaci.[908–910] V rizikových populacích (např. oblastech s vysokou pravděpodobností vzniku zástavy oběhu a nízkou ochotou laiků poskytnout pomoc) lze vypozorovat specifické faktory, které umožní zrealizovat cíleně zaměřený výcvik postavený na unikátních charakteristikách konkrétní komunity.[911,912] Potenciální zachránci v těchto komunitách pravděpodobně sami o sobě školení nevyhledají, ale po jeho absolvování získávají kompetence a znalosti nutné k provádění KPR.[913–915] Jsou ochotní výcvik absolvovat a obvykle se o získané zkušenosti podělí s ostatními.[913,914,916–918]

Zavedení výuky všech dětí na školách je jedním z nejvýznamnějších způsobů zvýšení počtu laicky zahájených resuscitací a celosvětového zlepšování výsledků přežití. Toho lze snadno docílit výukou dětí od 12 let věku v rozsahu pouhých 2 hodin ročně.[919] V tomto období mají děti pozitivní vztah k výuce resuscitace, ale jak zdravotníci tak učitelé vyžadují speciální přípravu, aby bylo požadovaných výsledků u dětí dosaženo.[920]

Bylo dokázáno, že dobře vyškolení operátoři zdravotnických operačních středisek mohou zvýšit počty laicky zahájených KPR a zlepšit celkové léčebné výsledky.[921] Existují však pochybnosti o jejich schopnosti rozpoznat srdeční zástavu zvláště ve vztahu k agonálnímu dýchání.[50] Proto by se školení operátorů ZZS mělo zaměřovat na nácvik rozpoznání agonálního dýchání a vysvětlování jeho významu,[52] stejně tak diagnostiky křečí ve vztahu k zástavě oběhu. Dále by se měli operátoři tísňové linky naučit používat zjednodušené texty vypracované pro předávání instrukcí volajícím jak provádět KPR.[52]

Obsah kurzu KPR/AED by měl být šitý na míru jeho účastníkům a udržován co nejjednodušší. Snadný přístup k různým výukovým metodám (např. digitální média, online programy, instruktorem vedená výuka) a sebevzdělávání nabízejí alternativní způsoby výuky laických i profesionálních zachránců. Programy pro samostudium se souběžným nebo pozdějším nácvikem praktických dovedností (např. videonahrávky, výuková DVD, online programy, počítačová zpětná vazba) se jeví jako efektivní alternativy vůči instruktorem vedeným kurzům, které jsou určené k výuce základní resuscitace pro laickou veřejnost i zdravotnický personál.[922–926]

Všichni občané by se měli naučit provádět alespoň srdeční masáž jako nepodkročitelné minimum. Optimálně by se měli všichni naučit provádět kompletní KPR (srdeční masáž společně s umělým dýcháním v poměru 30:2). Pokud je výuka prováděna v omezeném čase nebo ojediněle (např. telefonicky předávané instrukce operátorem ZZS, hromadné nácviky KPR, veřejné kampaně, virální videa na internetu), měla by se soustředit pouze na resuscitaci bez umělého dýchání. Místní komunity mohou zvolit vlastní přístup k výuce na základě znalosti lokálních epidemiologických údajů, kulturních norem a četnosti laicky prováděných KPR. Ti, kteří se během úvodního výcviku naučili provádět pouze srdeční masáž, se mohou umělé dýchání naučit během dalšího školení. Optimální je však nacvičit srdeční masáž bez umělého dýchání a hned v další části téhož školení nabídnout účastníkům nácvik střídání srdeční masáže s umělým dýcháním. Laici s povinností poskytnout pomoc v rámci plnění svých pracovních povinností, např. hlídky první pomoci, plavčíci nebo pečovatelky, by měly být vyškoleni v provádění kompletní KPR, tj. v srdeční masáži a umělém dýchání.

Většina studií ukazuje, že získané dovednosti provádět KPR se během 3 až 6 měsíců od školení vytrácejí.[924,927–930] Schopnost obsluhovat AED trvá po delší dobu než schopnost provádět KPR.[931,932] Existují důkazy, že větší počet krátkých školení po sobě může výuku základní neodkladné resuscitace zintenzivnit a zpomaluje proces zapomínání.[928,930–932] Systematické přezkoumání literatury ukázalo, že používání audiovizuální zpětné vazby během resuscitace přibližuje parametry prováděných kompresí doporučeným hodnotám, ale vztah k lepšímu přežívání pacientů zatím nebyl dokázán.[933]

Výuka rozšířené neodkladné resuscitace

Kurzy rozšířené neodkladné resuscitace předávají svým účastníkům teoretické znalosti, praktické dovednosti a postoje potřebné k práci v pozici členů (a v konečném důsledku vedoucích) resuscitačních týmů. Objevují se důkazy podporující formu vzdělávání označovanou jako blended learning (spojení samostudia za pomoci e-learningových metod s následným zkráceným kurzem vedeným instruktorem). Simulační vzdělávání je nedílnou součástí vzdělávání v resuscitaci a ve srovnání s nácviky bez simulovaných scénářů umožňuje dosáhnout lepší úrovně znalostí a praktických dovedností.[934] Chybí však důkazy, že používání vysoce sofistikovaných resuscitačních modelů vede ke zvýšení efekivity výuky anebo k poskytování kvalitnější KPR. Sofistikované modely mohou být využívány, ale pokud nejsou k dispozici, lze pro běžný nácvik rozšířené neodkladné resuscitace akceptovat používání základní řady resuscitačních modelů.

Nácvik netechnických dovedností včetně vedení týmu a týmové spolupráce k dosažení lepších výsledků

Lepších výsledků přežití nemocniční zástavy oběhu u dětských pacientů na chirurgickém oddělení bylo dosaženo po implementaci nácviků týmové spolupráce.[935,936] Jakmile byl do kurzů rozšířené neodkladné resuscitace přidán nácvik týmové spolupráce a vedení týmu, došlo v nemocnici ke zvýšení výkonnosti resuscitačních týmů během reálných resuscitací i simulovaných scénářů rozšířené neodkladné resuscitace.[937–941] Pokud je nácvik simulovaných scénářů doplněn o poskytnutí zpětné vazby (debriefing), docílíme nastartování procesu učení, což se u nácviku bez zpětné vazby nepodaří.[942] Žádná studie neprokázala rozdíl mezi zpětnou vazbou s používáním nebo nepoužíváním videozáznamu.[943,944] Přibývá však důkazů, že častá opakovací školení s využitím resuscitačních modelů v podobě krátkých nácviků prováděných přímo na pracovišti snižují náklady, redukují čas potřebný k recertifikaci a zdá se, že jsou preferovaným způsobem ze strany účastníků.[945,946] Opakovací kurzy jsou vždy nutné pro zachování znalostí a dovedností, ačkoliv optimální frekvence opakování těchto kurzů není zcela jasná.[945,947–949]

Implementace doporučených postupů a způsob zavádění změn

Vzorec přežití je zakončen "lokální implementací" postupů do praxe.[11] Spojení lékařské vědy a efektivního vzdělávání není pro zlepšení výsledků přežití srdeční zástavy dostatečné, pokud je zavádění postupů do reálné praxe nedostatečné nebo neprobíhá vůbec.

Dopad doporučených postupů

Běžná resuscitační praxe v jednotlivých zemích závisí velkou měrou na implementaci mezinárodně schválených doporučených postupů do běžného života. Studie zaměřené na dopad mezinárodních doporučení pro resuscitaci naznačují, že má jejich používání příznivý efekt na provádění KPR [906,950], obnovení spontánního oběhu[105,906,950–953] a počty pacientů propuštěných z nemocnice.[105,906,950–954]

Využívání moderních technologií a sociálních médií

Rozšíření chytrých telefonů a tabletů vedlo k vývoji řady metod implementace doporučených postupů do praxe prostřednictvím mobilních aplikací a sociálních médií.

Měření výkonnosti systémů zajišťujících resuscitaci

S rozvojem systémů péče o nemocné se srdeční zástavou vzniká potřeba přesného vyhodnocování jejich dopadu na dosažené výsledky. Měře-

ní výkonnosti a zavádění postupů pro zvyšování kvality péče bude tyto systémy nadále posilovat k dosažení optimálních výsledků.[939,955–960]

Poskytování zpětné vazby po resuscitaci v klinické praxi

Poskytování zpětné vazby k výkonu členů resuscitačního týmu během řešení reálných srdečních zástav (na rozdíl od výukového prostředí) může zlepšovat dosažené výsledky. Zpětná vazba může být poskytována v reálném čase měřením vybraných parametrů resuscitace (např. pomůcky k poskytnutí zpětné vazby na principu měření prováděných kompresí hrudníku) nebo prostřednictvím strukturované zpětné vazby poskytované po ukončení resuscitace.[939,961]

Resuscitační týmy pro dospělé

Při pohledu na řetězec přežití[13] je jeho prvním článkem včasné rozpoznání zhoršujícího se stavu pacienta a prevence vzniku srdeční zástavy. Doporučujeme využívání zdravotnických týmů (MET, medical emergency teams), které snižují incidenci zástavy dechu i oběhu[962–968] a zlepšují výsledky přežití.[963,965–970] Zdravotnické týmy jsou součástí systému rychlé reakce, který zahrnuje edukaci zdravotnického personálu v rozpoznávání zhoršujících se pacientů, přiměřené a pravidelné měření vitálních funkcí, srozumitelný postup (např. s využitím volacích kritérií nebo systému EWS pro skórování časných varovných příznaků) pomáhající včasnému rozpoznání zhoršujícího se pacienta a funkční odezvě na přivolání pomoci.

Výuka v prostředí s omezenými prostředky

Existuje mnoho různých způsobů výuky základní a rozšířené neodkladné resuscitace v podmínkách s omezenými prostředky. Mezi takové metody patří simulace, multimediální výuka, sebevzdělávání, zkrácená instruktáž nebo počítačové programy. Některé z těchto metod jsou méně nákladné a navzdory dalšímu rozšiřování výuky základní a rozšířené neodkladné resuscitace nemají takové požadavky na dostupnost instruktorů.

ETIKA RESUSCITACE A ROZHODOVÁNÍ V OTÁZKÁCH O UKONČENÍ ŽIVOTA

Princip respektování autonomie pacienta

Respekt k autonomii odkazuje na povinnost lékaře respektovat pacientovo přání a přijímat rozhodnutí, která jsou v souladu s hodnotami a přesvědčením pacienta. Zdravotní péče zaměřená na pacienta klade pacienta do středu zájmu během rozhodovacího procesu spíše než do role příjemce rozhodnutí lékaře. Uplatnění tohoto principu při srdeční zástavě je obtížné, protože pacient většinou není schopen vyjádřit svá přání.[971–974]

Princip beneficence

Princip beneficence znamená, že zákroky prováděné po předchozím zvážení poměru přínosu a rizika musí pacientovi přinášet prospěch. Klinická doporučení založená na důkazech pomáhají zdravotnickému personálu v rozhodování, které léčebné postupy jsou pro pacienta nejvhodnější.[11,975,976]

Princip non-maleficence

KPR se stala normou pro většinu pacientů v akutních, život ohrožujících stavech.[977,978] KPR je nicméně invazivním postupem s nízkou pravděpodobností úspěchu a neměla by být proto prováděna v marných případech. Definovat marnost takovým způsobem, který by byl přesný, prospektivní a použitelný ve většině případů je obtížné.

Princip spravedlnosti a rovného přístupu

Princip spravedlnost znamená, že jsou dostupné zdroje zdravotní péče rozdělovány rovnoměrně a spravedlivě, a to bez ohledu na společenské postavení pacienta, aniž by byl diskriminován, a s právem každého dostat péči odpovídající současným standardům.

Marná léčba

Resuscitace je považována za marnou, pokud jsou šance pacienta na kvalitní přežití minimální.[979] Rozhodnutí nezahajovat resuscitaci nevyžaduje souhlas pacienta ani jeho blízkých, kteří mají mnohdy nerealistická očekávání.[980,981] Lékaři s rozhodovací pravomocí jsou povinni konzultovat svoje rozhodnutí s pacientem nebo s jeho zástupcem, pokud není sám schopen rozhodovat, v souladu s "jasnými a veřejně přístupnými pravidly".[982–984]

Některé země umožňují využít tzv. dříve vysloveného přání nezahajovat KPR při srdeční zástavě, zatímco v jiných zemích nebo náboženstvích není odmítnutí KPR možné nebo je považováno za protiprávní. Termíny "nezahajovat resuscitaci (DNAR, do not attempt resuscitation)", "nezahajovat kardiopulmonální resuscitaci (DNACPR, do not attempt cardiopulmonary resuscitation)" nebo "umožnit přirozenou smrt" (AND, allow natural death) nejsou používány dostatečně konzistentně. Nepřesné používání zkratek nebo výrazů může způsobit nedorozumění v národních právních předpisech.[985,986]

Dříve vyslovená přání

Dříve vyslovené přání je rozhodnutí o léčbě provedené jedincem prospektivně pro situace, v nichž by nemusel být schopen o sobě takto aktivně rozhodovat vzhledem k jeho zdravotnímu stavu.[987] Dříve vyslovená přání vyžadují periodické aktualizace, aby vždy přesně odrážela aktuální vůli pacienta a všechny okolnosti.[980,988,989]
Právní status dříve vyslovených přání je v národních legislativách evropských zemí velmi variabilní.[990]

Péče zaměřená na pacienta

Stále větší zaměření zdravotní péče na pacienta vyžaduje, abychom porozuměli další perspektivě pacientů, kteří přežili srdeční zástavu. Tento záměr vyžaduje širší spolupráci s veřejností, s pacienty, kteří přežili srdeční zástavu a jejich rodinami jako partnery v celém procesu.[991]

Náhlá zástava oběhu v nemocnici

Při vzniku zástavy oběhu v nemocnici je výchozím předpokladem zahájení resuscitace, pokud nebylo předem rozhodnuto KPR nezahajovat. Správnost rozhodnutí o zahájení resuscitace by mělo být následně znovu posouzeno. Je obtížné dopředu rozhodnout, zda bude pravděpodobně KPR neúspěšná nebo marná. Výsledky prediktivních studií závisí na běžných faktorech, např. době do zahájení KPR a době do provedení defibrilace. Kohortové studie však nemusí být použitelné v každém jednotlivém případě. Rozhodnutí by neměla být prováděna na základě jediného faktoru jako je např. věk.[992] Přesto bude vždy existovat šedá zóna, kdy je nutné u individuálního pacienta uplatnit klinický úsudek.

Mimonemocniční náhlá zástava oběhu

Rozhodnutí zahájit nebo ukončit KPR mimo nemocnici je náročné kvůli nedostatku podrobných informací o pacientových přáních a hodnotách, komorbiditách a dosavadním zdravotním stavu.[993,994]

Nezahájení a ukončení KPR

Transport do nemocnice za kontinuální KPR

Zdravotnický personál by měl zvážit nezahájení nebo ukončení KPR u dětí a dospělých, pokud:

- nemůže být zajištěna bezpečnost zachránce,
- pokud jsou zřejmá zranění neslučitelná se životem nebo přítomny jisté známky smrti,
- je k dispozici platné předem vyslovené přání pacienta pro tuto situaci,
- existují pádné důkazy, že další KPR by byla prováděna navzdory hodnotám a preferencím pacienta, nebo je KPR považována za marnou,
- přetrvává asystolie po dobu delší než 20 minut navzdory probíhající rozšířené neodkladné resuscitaci při absenci reverzibilní příčiny srdeční zástavy.

Po ukončení KPR je nutné zvážit možnost pokračování podpory krevního oběhu a transportu pacienta do specializovaného centra k potenciálnímu dárcovství orgánů.

Personál ZZS by měl zvážit transport pacienta do nemocnice za kontinuální KPR, pokud není přítomen žádný z výše uvedených důvodů pro ukončení KPR a zároveň platí alespoň jedna z následujících podmínek:

- zástava oběhu nastala v přítomnosti posádky ZZS,
- v jakémkoliv okamžiku došlo k obnovení spontánního oběhu,
- přetrvává defibrilovatelný srdeční rytmus (VF/pVT),
- pravděpodobně je přítomná reverzibilní příčina srdeční zástavy (např. kardiální příčina, intoxikace, podchlazení).

Rozhodnutí transportovat by mělo být zváženo v časné fázi resuscitace, např. po 10 minutách rozšířené neodkladné resuscitace bez dosažení obnovení spontánního oběhu, s přihlédnutím k dalším okolnostem, např. transportní vzdálenosti, prodlevě do zahájení KPR a předpokládané kvalitě poskytnuté KPR s ohledem na charakteristiky daného pacienta.

Náhlá zástava oběhu u dětí

Navzdory rozdílům v patofyziologii a etiologii srdeční zástavy se u dětí etický rámec pro rozhodování příliš neliší.
Ve většině zemí jsou do řešení případů náhlých, nevysvětlitelných nebo traumatických úmrtí v dětském věku zapojeny orgány činné v trestním řízení. V některých zemích existují registry všech dětských úmrtí, aby bylo možné lépe porozumět jejich příčinám a získané informace využít k prevenci.[995]

Bezpečnost zachránce

Epidemie infekčních onemocnění s sebou přinesly obavy o bezpečnost zdravotnického personálu, který pečuje o pacienty se srdeční zástavou. Při provádění KPR u infekčních pacientů musí personál používat vhodné ochranné pomůcky a musí být v jejich používání dostatečně vyškolen.[996,997]

Dárcovství orgánů

Ačkoliv je primárním cílem resuscitace záchrana života,[998] může resuscitační úsilí vyústit ve stav mozkové smrti. V těchto případech se cíl resuscitace může změnit v ochranu orgánů pro jejich případné dárcovství.[999] Povinnosti resuscitačních týmů vůči živým pacientům by nikdy neměly být zaměňovány s povinnostmi lékařů vůči zemřelým dárcům orgánů, jejichž orgány jsou udržovány ve stavu schopném zachránit životy dalších lidí. Všechny evropské země by měly zvýšit své úsilí a maximálně podporovat možnost dárcovství orgánů od pacientů se srdeční zástavou, u kterých byla prokázána smrt mozku nebo byla ukončena resuscitace v případě jejího neúspěchu.[1000]

Variabilita etické praxe v Evropě

Zástupci 32 evropských zemí, které mají uzavřenou smlouvu s ERC, odpovídali na otázky týkající se lokálních eticko-právních předpisů, obyvklé klinické praxe a organizace přednemocniční neodkladné péče i resuscitací v nemocnicích.[1001]
V současné době je dobře zavedený rovný přístup k akutní péči a časné defibrilaci. Princip autonomie pacienta je ve většině zemí podporován legislativou. Rodinní příslušníci však mohou být přítomni během KPR pouze v méně než polovině zemí. V současné době jsou eutanazie a lékařem asistovaná sebevražda kontroverzními tématy v mnoha evropských zemích a v několika evropských zemích probíhá na toto téma diskuse. Zdravotničtí pracovníci by měli znát a uplatňovat zavedené národní a místní právní předpisy.

Přítomnost rodinných příslušníků během resuscitace

ERC doporučuje, aby byla rodinným příslušníkům pacienta nabídnuta možnost zůstat během resuscitace v jeho blízkosti, ale vždy musí být citlivě posouzeny a respektovány kulturní a společenské zvyklosti. Rozhodnutí nezahajovat KPR (DNAR) a proběhlé diskuse týkající se rozhodnutí nezahajovat KPR by měly být zřetelným způsobem zaznamenány ve zdravotnické dokumentaci pacienta.[1002–1005] Postupem času se klinický stav pacienta nebo jeho další perspektiva mohou měnit a rozhodnutí nezahajovat KPR by mělo být odpovídajícím způsobem revidováno.[1006]

Příprava zdravotnického personálu v otázkách nezahajování resuscitace

Zdravotničtí pracovníci by měli absolvovat školení v eticko-právní problematice související s rozhodnutím nezahajovat resuscitaci a o efektivním způsobu komunikace s pacienty, jejich příbuznými nebo nejbližšími. Problematika kvality života, poskytování podpůrné péče a rozhodování v otázkách o ukončení života musí být nedílnou součástí přípravy na lékařskou i ošetřovatelskou praxi.[1007]

Použití těla zemřelého pro výukové účely

Z důvodu široké variability názorů na provádění nácviku zdravotnických výkonů na tělech nedávno zemřelých pacientů by se studenti zdravotnických profesí i vyučující měli seznámit se zavedenými právními, regionálně platnými i nemocničními předpisy a dodržovat je.

Výzkum a informovaný souhlas

Výzkum v oblasti resuscitace je nutný pro testování běžně používaných intervencí s nejistou účinností nebo nových, potenciálně prospěšných léčebných metod.[1008,1009] Aby bylo možné zahrnout pacienta mezi účastníky studie, musí být získán informovaný souhlas. V případě akutních případů není mnohdy k získání informovaného souhlasu dostatek času. Odložené získání informovaného souhlasu nebo v některých případech výjimka z jeho získání jsou považovány za eticky přijatelné alternativy k respektování autonomie pacienta.[1010,1011] Po 12 letech nejasností se očekává, že nové nařízení Evropské unie (EU) umožní harmonizovat odložený souhlas a podpořit tak výzkum akutních stavů ve všech členských státech.[1009,1010,1012,1013]

Audit srdečních zástav v nemocnicích a analýzy registrů

Způsob poskytování KPR může být na lokální úrovni zlepšován zavedením debriefingu po KPR s cílem uzavřít tzv. Demingův cyklus postupného zlepšování kvality (cyklus PDCA, plan-do-check-act, plánuj–proveď–zhodnoť–jednej). Debriefing umožňuje identifikovat chyby vzniklé při KPR a zabránit jejich opakování.[939,961,1014] Na průběžném zlepšování provádění i výsledků KPR v nemocnicích se podílí infrastruktura zahrnující resuscitační týmy a víceúrovňový institucionální audit[1015], přesnější systém hlášení resuscitací[1016] k jejich auditu na národní úrovni nebo na úrovni mezinárodních registrů, a následná analýza dat a zpětná vazba vyplývající z těchto výsledků.[362,1017–1020]

PRAVIDLA PRO DEKLARACI STŘETU ZÁJMŮ PRO DOPORUČENÉ POSTUPY ERC 2015

Všichni autoři doporučených postupů pro resuscitaci ERC 2015 podepsali prohlášení vyjadřující potenciální střet zájmů. Pro získání podrobnějších informací odkazujeme na originální dokument v anglickém jazyce.

PODĚKOVÁNÍ

Autory těchto doporučených postupů podporovala při jejich přípravě řada dalších spolupracovníků. Zvláštní poděkování patří An De Waele, AnneliesIcké, Hilary Phelan a Bartovi Vissersovi ze sekretariátu ERC za jejich administrativní podporu a koordinaci přípravy algoritmů a obrázků. Poděkování patří rovněž Rosette Vanlangendonck a Lukovi Nolanovi za jejich spolupráci při editaci citací.

***Pracovní skupina pro**
Doporučené postupy pro resuscitaci ERC 2015

Gamal Eldin Abbas Khalifa, Annette Alfonzo, Hans-Richard Arntz, Helen Askitopoulou, Abdelouahab Bellou, Farzin Beygui, Dominique Biarent, Robert Bingham, Joost J. L. M. Bierens, Bernd W. Böttiger, Leo L. Bossaert, Guttorm Brattebø, Hermann Brugger, Jos Bruinenberg, Alain Cariou, Pierre Carli, Pascal Cassan, Maaret Castrén, Athanasios F. Chalkias, Patricia Conaghan, Charles D. Deakin, Emmy D. J. De Buck, Joel Dunning, Wiebe De Vries, Thomas R. Evans, Christoph Eich, Jan-Thorsten Gräsner, Robert Greif, Christina M. Hafner, Anthony J. Handley, Kirstie L. Haywood, Silvija Hunyadi-Antičević, Rudolph W. Koster, Anne Lippert, David J. Lockey, Andrew S. Lockey Jesús López-Herce Carsten Lott, Ian K. Maconochie Spyros D. Mentzelopoulos, Daniel Meyran, Koenraad G. Monsieurs, Nikolaos I. Nikolaou, Jerry P. Nolan, Theresa Olasveengen Peter Paal, Tommaso Pellis, Gavin D. Perkins, Thomas Rajka, Violetta I. Raffay, Giuseppe Ristagno, Antonio Rodríguez-Núñez, Charles Christoph Roehr, Mario Rüdiger, Claudio Sandroni, Susanne Schunder-Tatzber, Eunice M. Singletary, Markus B. Skrifvars Gary B. Smith, Michael A. Smyth, Jasmeet Soar, Karl-Christian Thies, Daniele Trevisanuto, Anatolij Truhlář, Philippe G. Vandekerckhove, Patrick Van de Voorde, Kjetil Sunde, Berndt Urlesberger, Volker Wenzel, Jonathan Wyllie, Theodoros T. Xanthos, David A. Zideman.

LITERATURA

1. Perkins GD, Handley AJ, Koster KW, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 Section 2 Adult basic life support and automated external defibrillation. Resuscitation 2015.
2. Soar J, Nolan JP, Bottiger BW, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 Section 3 Adult Advanced Life Support. Resuscitation 2015.
3. Truhlar A, Deakin CD, Soar J, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 Section 4 Cardiac Arrest in Special Circumstances. Resuscitation 2015.
4. Nolan JP, Soar J, Cariou A, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 Section 5 Post Resuscitation Care. Resuscitation 2015.
5. Maconochie I, Bingham R, Eich C, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 Section 6 Paediatric Life Support. Resuscitation 2015.
6. Wyllie J, Jos Bruinenberg J, Roehr CC, Rüdiger M, Trevisanuto D, B. U. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 Section 7 Resuscitation and Support of Transition of Babies at Birth. Resuscitation 2015.
7. Nikolaou NI, Arntz HR, Bellou A, Beygui F, Bossaert LL, Cariou A. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015. Section 5. Initial Management of Acute Coronary Syndromes Resuscitation 2015.
8. Zideman DA, De Buck EDJ, Singletary EM, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 Section 9 First Aid. Resuscitation 2015.
9. Greif R, Lockey AS, Conaghan P, Lippert A, De Vries W, Monsieurs KG. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 Section 10 Principles of Education in Resuscitation. Resuscitation 2015.
10. Bossaert L, Perkins GD, Askitopoulou H, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 Section 11 The Ethics of Resuscitation and End-of-Life Decisions. Resuscitation 2015.
11. Soreide E, Morrison L, Hillman K, et al. The formula for survival in resuscitation. Resuscitation 2013;84:1487-93.
12. Deakin CD, Nolan JP, Soar J, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 4. Adult advanced life support. Resuscitation 2010;81:1305-52.
13. Nolan J, Soar J, Eikeland H. The chain of survival. Resuscitation 2006;71:270-1.
14. Morley PT, Lang E, Aickin R, et al. Part 2: Evidence Evaluation and Management of Conflict of Interest for the ILCOR 2015 Consensus on Science and Treatment Recommendations. Resuscitation 2015.
15. GRADE Handbook. Available at: http://www.guidelinedevelopment.org/handbook/. Updated October 2013. Accessed May 6, 2015.
16. Nolan JP, Hazinski MF, Aicken R, et al. Part I. Executive Summary: 2015 International Consensus on cardiopulmonary Resudcitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. Resuscitation 2015.
17. Hazinski MF, Nolan JP, Aicken R, et al. Part I. Executive Summary: 2015 International Consensus on cardiopulmonary Resudcitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. Circulation 2015.
18. Perkins GD, Travers AH, Considine J, et al. Part 3: Adult basic life support and automated external defibrillation: 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Resuscitation 2015.
19. Ringh M, Herlitz J, Hollenberg J, Rosenqvist M, Svensson L. Out of hospital cardiac arrest outside home in Sweden, change in characteristics, outcome and availability for public access defibrillation. Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine 2009;17:18.
20. Hulleman M, Berdowski J, de Groot JR, et al. Implantable cardioverter-defibrillators have reduced the incidence of resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest caused by lethal arrhythmias. Circulation 2012;126:815-21.
21. Blom MT, Beesems SG, Homma PC, et al. Improved survival after out-of-hospital cardiac arrest and use of automated external defibrillators. Circulation 2014;130:1868-75.
22. Weisfeldt ML, Sitlani CM, Ornato JP, et al. Survival after application of automatic external defibrillators before arrival of the emergency medical system: evaluation in the resuscitation outcomes consortium population of 21 million. J Am Coll Cardiol 2010;55:1713-20.
23. Berdowski J, Blom MT, Bardai A, Tan HL, Tijssen JG, Koster RW. Impact of onsite or dispatched automated external defibrillator use on survival after out-of-hospital cardiac arrest. Circulation 2011;124:2225-32.
24. Sasson C, Rogers MA, Dahl J, Kellermann AL. Predictors of survival from out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. Circ Cardiovasc Qual Outcomes 2010;3:63-81.
25. Nehme Z, Andrew E, Bernard S, Smith K. Comparison of out-of-hospital cardiac arrest occurring before and after paramedic arrival: epidemiology, survival to hospital discharge and 12-month functional recovery. Resuscitation 2015;89:50-7.
26. Takei Y, Nishi T, Kamikura T, et al. Do early emergency calls before patient collapse improve survival after out-of-hospital cardiac arrests? Resuscitation 2015;88:20-7.
27. Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J. Factors modifying the effect of bystander cardiopulmonary resuscitation on on survival in out-of-hospital cardiac arrest patients in Sweden. European heart journal 2001;22:511-9.
28. Wissenberg M, Lippert FK, Folke F, et al. Association of national initiatives to improve cardiac arrest management with rates of bystander intervention and patient survival after out-of-hospital cardiac arrest. Jama 2013;310:1377-84.
29. Hasselqvist-Ax I, Riva G, Herlitz J, et al. Early cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest. The New England journal of medicine 2015;372:2307-15.
30. Rea TD, Fahrenbruch C, Culley L, et al. CPR with chest compresssions alone or with rescue breathing. New England Journal of Medicine 2010;363:423-33.
31. Svensson L, Bohm K, Castren M, et al. Compression-only CPR or standard CPR in out-of-hospital cardiac arrest. New England Journal of Medicine 2010;363:434-42.
32. Hupfl M, Selig HF, Nagele P. Chest-compression-only versus standard cardiopulmonary resuscitation: a meta-analysis. Lancet 2010;376:1552-7.
33. Ringh M, Rosenqvist M, Hollenberg J, et al. Mobile-phone dispatch of laypersons for CPR in out-of-hospital cardiac arrest. The New England journal of medicine 2015;372:2316-25.
34. van Alem AP, Vrenken RH, de Vos R, Tijssen JG, Koster RW. Use of automated external defibrillator by first responders in out of hospital cardiac arrest: prospective controlled trial. Bmj 2003;327:1312.
35. Fothergill RT, Watson LR, Chamberlain D, Virdi GK, Moore FP, Whitbread M. Increases in survival from out-of-hospital cardiac arrest: a five year study. Resuscitation 2013;84:1089-92.
36. Perkins GD, Lall R, Quinn T, et al. Mechanical versus manual chest compression for out-of-hospital cardiac arrest (PARAMEDIC): a pragmatic, cluster randomised controlled trial. Lancet 2015;385:947-55.
37. Zijlstra JA, Stieglis R, Riedijk F, Smeekes M, van der Worp WE, Koster RW. Local lay rescuers with AEDs, alerted by text messages, contribute to early defibrillation in a Dutch out-of-hospital cardiac arrest dispatch system. Resuscitation 2014;85:1444-9.
38. Bahr J, Klingler H, Panzer W, Rode H, Kettler D. Skills of lay people in checking the carotid pulse. Resuscitation 1997;35:23-6.
39. Nyman J, Sihvonen M. Cardiopulmonary resuscitation skills in nurses and nursing students. Resuscitation 2000;47:179-84.
40. Tibballs J, Russell P. Reliability of pulse palpation by healthcare personnel to diagnose paediatric cardiac arrest. Resuscitation 2009;80:61-4.
41. Tibballs J, Weeranatna C. The influence of time on the accuracy of healthcare personnel to diagnose paediatric cardiac arrest by pulse palpation. Resuscitation 2010;81:671-5.
42. Moule P. Checking the carotid pulse: diagnostic accuracy in students of the healthcare professions. Resuscitation 2000;44:195-201.
43. Bobrow BJ, Zuercher M, Ewy GA, et al. Gasping during cardiac arrest in humans is frequent and associated with improved survival. Circulation 2008;118:2550-4.
44. Perkins GD, Stephenson B, Hulme J, Monsieurs KG. Birmingham assessment of breathing study (BABS). Resuscitation 2005;64:109-13.
45. Perkins GD, Walker G, Christensen K, Hulme J, Monsieurs KG. Teaching recognition of agonal breathing improves accuracy of diagnosing cardiac arrest. Resuscitation 2006;70:432-7.
46. Breckwoldt J, Schloesser S, Arntz HR. Perceptions of collapse and assessment of cardiac arrest by bystanders of out-of-hospital cardiac arrest (OOHCA). Resuscitation 2009;80:1108-13.
47. Stecker EC, Reinier K, Uy-Evanado A, et al. Relationship between seizure episode and sudden cardiac arrest in patients with epilepsy: a community-based study. Circulation Arrhythmia and electrophysiology 2013;6:912-6.
48. Dami F, Fuchs V, Praz L, Vader JP. Introducing systematic dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation (telephone-CPR) in a non-Advanced Medical Priority Dispatch System (AMPDS): implementation process and costs. Resuscitation 2010;81:848-52.
49. Nurmi J, Pettila V, Biber B, Kuisma M, Komulainen R, Castren M. Effect of protocol compliance to cardiac arrest identification by emergency medical dispatchers. Resuscitation 2006;70:463-9.
50. Lewis M, Stubbs BA, Eisenberg MS. Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation: time to identify cardiac arrest and deliver chest compression instructions. Circulation 2013;128:1522-30.
51. Hauff SR, Rea TD, Culley LL, Kerry F, Becker L, Eisenberg MS. Factors impeding dispatcher-assisted telephone cardiopulmonary resuscitation. Annals of emergency medicine 2003;42:731-7.
52. Bohm K, Stalhandske B, Rosenqvist M, Ulfvarson J, Hollenberg J, Svensson L. Tuition of emergency medical dispatchers in the recognition of agonal respiration increases the use of telephone assisted CPR. Resuscitation 2009;80:1025-8.
53. Bohm K, Rosenqvist M, Hollenberg J, Biber B, Engerstrom L, Svensson L. Dispatcher-assisted telephone-guided cardiopulmonary resuscitation: an underused lifesaving system. European journal of emergency medicine : official journal of the European Society for Emergency Medicine 2007;14:256-9.
54. Bång A, Herlitz J, Martinell S. Interaction between emergency medical dispatcher and caller in suspected out-of-hospital cardiac arrest calls with focus on agonal breathing. A review of 100 tape recordings of true cardiac arrest cases. Resuscitation 2003;56:25-34.
55. Roppolo LP, Westfall A, Pepe PE, et al. Dispatcher assessments for agonal breathing improve detection of cardiac arrest. Resuscitation 2009;80:769-72.
56. Vaillancourt C, Verma A, Trickett J, et al. Evaluating the effectiveness of dispatch-assisted cardiopulmonary resuscitation instructions. Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine 2007;14:877-83.
57. Tanaka Y, Taniguchi J, Wato Y, Yoshida Y, Inaba H. The continuous quality improvement project for telephone-assisted instruction of cardiopulmonary resuscitation increased the incidence of bystander CPR and improved the outcomes of out-of-hospital cardiac arrests. Resuscitation 2012;83:1235-41.
58. Clawson J, Olola C, Heward A, Patterson B. Cardiac arrest predictability in seizure patients based on emergency medical dispatcher identification of previous seizure or epilepsy history. Resuscitation 2007;75:298-304.
59. Eisenberg MS, Hallstrom AP, Carter WB, Cummins RO, Bergner L, Pierce J. Emergency CPR instruction via telephone. Am J Public Health 1985;75:47-50.
60. Akahane M, Ogawa T, Tanabe S, et al. Impact of telephone dispatcher assistance on the outcomes of pediatric out-of-hospital cardiac arrest. Critical care medicine 2012;40:1410-6.
61. Bray JE, Deasy C, Walsh J, Bacon A, Currell A, Smith K. Changing EMS dispatcher CPR instructions to 400 compressions before mouth-to-mouth improved bystander CPR rates. Resuscitation 2011;82:1393-8.
62. Culley LL, Clark JJ, Eisenberg MS, Larsen MP. Dispatcher-assisted telephone CPR: common delays and time standards for delivery. Annals of emergency medicine 1991;20:362-6.
63. Stipulante S, Tubes R, El Fassi M, et al. Implementation of the ALERT algorithm, a new dispatcher-assisted telephone cardiopulmonary resuscitation protocol, in non-Advanced Medical Priority Dispatch System (AMPDS) Emergency Medical Services centres. Resuscitation 2014;85:177-81.
64. Rea TD, Eisenberg MS, Culley LL, Becker L. Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation and survival in cardiac arrest. Circulation 2001;104:2513-6.
65. Hallstrom AP. Dispatcher-assisted "phone" cardiopulmonary resuscitation by chest compression alone or with mouth-to-mouth ventilation. Critical care medicine 2000;28:N190-N2.
66. Stromsoe A, Svensson L, Axelsson AB, et al. Improved outcome in Sweden after out-of-hospital cardiac arrest and possible association with improvements in every link in the chain of survival. European heart journal 2015;36:863-71.
67. Takei Y, Inaba H, Yachida T, Enami M, Goto Y, Ohta K. Analysis of reasons for emergency call delays in Japan in relation to location: high incidence of correctable causes and the impact of delays on patient outcomes. Resuscitation 2010;81:1492-8.
68. Herlitz J, Engdahl J, Svensson L, Young M, Angquist KA, Holmberg S. A short delay from out of hospital car-

diac arrest to call for ambulance increases survival. European heart journal 2003;24:1750-5.
69. Nehme Z, Andrew E, Cameron P, et al. Direction of first bystander call for help is associated with outcome from out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2014;85:42-8.
70. Cha KC, Kim HJ, Shin HJ, Kim H, Lee KH, Hwang SO. Hemodynamic effect of external chest compressions at the lower end of the sternum in cardiac arrest patients. The Journal of emergency medicine 2013;44:691-7.
71. Qvigstad E, Kramer-Johansen J, Tomte O, et al. Clinical pilot study of different hand positions during manual chest compressions monitored with capnography. Resuscitation 2013;84:1203-7.
72. Orlowski JP. Optimum position for external cardiac compression in infants and young children. Annals of emergency medicine 1986;15:667-73.
73. Chamberlain D, Smith A, Colquhoun M, Handley AJ, Kern KB, Woollard M. Randomised controlled trials of staged teaching for basic life support: 2. Comparison of CPR performance and skill retention using either staged instruction or conventional training. Resuscitation 2001;50:27-37.
74. Handley AJ. Teaching hand placement for chest compression--a simpler technique. Resuscitation 2002;53:29-36.
75. Handley AJ, Handley JA. Performing chest compressions in a confined space. Resuscitation 2004;61:55-61.
76. Perkins GD, Stephenson BT, Smith CM, Gao F. A comparison between over-the-head and standard cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation 2004;61:155-61.
77. Hostler D, Everson-Stewart S, Rea TD, et al. Effect of real-time feedback during cardiopulmonary resuscitation outside hospital: prospective, cluster-randomised trial. Bmj 2011;342:d512.
78. Stiell IG, Brown SP, Christenson J, et al. What is the role of chest compression depth during out-of-hospital cardiac arrest resuscitation?*. Critical care medicine 2012;40:1192-8.
79. Stiell IG, Brown SP, Nichol G, et al. What is the optimal chest compression depth during out-of-hospital cardiac arrest resuscitation of adult patients? Circulation 2014;130:1962-70.
80. Vadeboncoeur T, Stolz U, Panchal A, et al. Chest compression depth and survival in out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2014;85:182-8.
81. Hellevuo H, Sainio M, Nevalainen R, et al. Deeper chest compression - more complications for cardiac arrest patients? Resuscitation 2013;84:760-5.
82. Idris AH, Guffey D, Pepe PE, et al. Chest compression rates and survival following out-of-hospital cardiac arrest. Critical care medicine 2015;43:840-8.
83. Idris AH, Guffey D, Aufderheide TP, et al. Relationship between chest compression rates and outcomes from cardiac arrest. Circulation 2012;125:3004-12.
84. Cheskes S, Schmicker RH, Verbeek PR, et al. The impact of peri-shock pause on survival from out-of-hospital shockable cardiac arrest during the Resuscitation Outcomes Consortium PRIMED trial. Resuscitation 2014;85:336-42.
85. Cheskes S, Schmicker RH, Christenson J, et al. Perishock pause: an independent predictor of survival from out-of-hospital shockable cardiac arrest. Circulation 2011;124:58-66.
86. Vaillancourt C, Everson-Stewart S, Christenson J, et al. The impact of increased chest compression fraction on return of spontaneous circulation for out-of-hospital cardiac arrest patients not in ventricular fibrillation. Resuscitation 2011;82:1501-7.
87. Sell RE, Sarno R, Lawrence B, et al. Minimizing pre- and post-defibrillation pauses increases the likelihood of return of spontaneous circulation (ROSC). Resuscitation 2010;81:822-5.
88. Christenson J, Andrusiek D, Everson-Stewart S, et al. Chest compression fraction determines survival in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. Circulation 2009;120:1241-7.
89. Delvaux AB, Trombley MT, Rivet CJ, et al. Design and development of a cardiopulmonary resuscitation mattress. J Intensive Care Med 2009;24:195-99.
90. Nishisaki A, Maltese MR, Niles DE, et al. Backboards are important when chest compressions are provided on a soft mattress. Resuscitation 2012;83:1013-20.
91. Sato H, Komasawa N, Ueki R, et al. Backboard insertion in the operating table increases chest compression depth: a manikin study. J Anesth 2011;25:770-2.
92. Perkins GD, Smith CM, Augre C, et al. Effects of a backboard, bed height, and operator position on compression depth during simulated resuscitation. Intensive care medicine 2006;32:1632-5.
93. Perkins GD, Kocierz L, Smith SC, McCulloch RA, Davies RP. Compression feedback devices over estimate chest compression depth when performed on a bed. Resuscitation 2009;80:79-82.
94. Cloete G, Dellimore KH, Scheffer C, Smuts MS, Wallis LA. The impact of backboard size and orientation on sternum-to-spine compression depth and compression stiffness in a manikin study of CPR using two mattress types. Resuscitation 2011;82:1064-70.
95. Niles DE, Sutton RM, Nadkarni VM, et al. Prevalence and hemodynamic effects of leaning during CPR. Resuscitation 2011;82 Suppl 2:523-6.
96. Zuercher M, Hilwig RW, Ranger-Moore J, et al. Leaning during chest compressions impairs cardiac output and left ventricular myocardial blood flow in piglet cardiac arrest. Critical care medicine 2010;38:1141-6.
97. Aufderheide TP, Pirrallo RG, Yannopoulos D, et al. Incomplete chest wall decompression: a clinical evaluation of CPR performance by EMS personnel and assessment of alternative manual chest compression-decompression techniques. Resuscitation 2005;64:353-62.
98. Yannopoulos D, McKnite S, Aufderheide TP, et al. Effects of incomplete chest wall decompression during cardiopulmonary resuscitation on coronary and cerebral perfusion pressures in a porcine model of cardiac arrest. Resuscitation 2005;64:363-72.
99. Couper K, Salman B, Soar J, Finn J, Perkins GD. Debriefing to improve outcomes from critical illness: a systematic review and meta-analysis. Intensive care medicine 2013;39:1513-23.
100. Couper K, Kimani PK, Abella BS, et al. The System-Wide Effect of Real-Time Audiovisual Feedback and Postevent Debriefing for In-Hospital Cardiac Arrest: The Cardiopulmonary Resuscitation Quality Improvement Initiative. Critical care medicine 2015:in press.
101. Baskett P, Nolan J, Parr M. Tidal volumes which are perceived to be adequate for resuscitation. Resuscitation 1996;31:231-4.
102. Beesems SG, Wijmans L, Tijssen JG, Koster RW. Duration of ventilations during cardiopulmonary resuscitation by lay rescuers and first responders: relationship between delivering chest compressions and outcomes. Circulation 2013;127:1585-90.
103. Sayre MR, Cantrell SA, White LJ, Hiestand BC, Keseg DP, Koser S. Impact of the 2005 American Heart Association cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care guidelines on out-of-hospital cardiac arrest survival. Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors 2009;13:469-77.
104. Steinmetz J, Barnung S, Nielsen SL, Risom M, Rasmussen LS. Improved survival after an out-of-hospital cardiac arrest using new guidelines. Acta Anaesthesiol Scand 2008;52:908-13.
105. Olasveengen TM, Vik E, Kuzovlev A, Sunde K. Effect of implementation of new resuscitation guidelines on quality of cardiopulmonary resuscitation and survival. Resuscitation 2009;80:407-11.
106. Hinchey PR, Myers JB, Lewis R, et al. Improved out-of-hospital cardiac arrest survival after the sequential implementation of 2005 AHA guidelines for compressions, ventilations, and induced hypothermia: the Wake County experience. Annals of emergency medicine 2010;56:348-57.
107. Panchal AR, Bobrow BJ, Spaite DW, et al. Chest compression-only cardiopulmonary resuscitation performed by lay rescuers for adult out-of-hospital cardiac arrest due to non-cardiac aetiologies. Resuscitation 2013;84:435-9.
108. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, et al. Time-dependent effectiveness of chest compression-only and conventional cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest of cardiac origin. Resuscitation 2011;82:3-9.
109. Mohler MJ, Wendel CS, Mosier J, et al. Cardiocerebral resuscitation improves out-of-hospital survival in older adults. J Am Geriatr Soc 2011;59:822-6.
110. Bobrow BJ, Spaite DW, Berg RA, et al. Chest compression-only CPR by lay rescuers and survival from out-of-hospital cardiac arrest. Jama 2010;304:1447-54.
111. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, Nagao K, Tanaka H, Hiraide A. Bystander-Initiated Rescue Breathing for Out-of-Hospital Cardiac Arrests of Noncardiac Origin. Circulation 2010;122:293-9.
112. Ong ME, Ng FS, Anushia P, et al. Comparison of chest compression only and standard cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest in Singapore. Resuscitation 2008;78:119-26.
113. 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;116:2908-12.
114. SOS-KANTO Study Group. Cardiopulmonary resuscitation by bystanders with chest compression only (SOS-KANTO): an observational study. Lancet 2007;369:920-6.
115. Iwami T, Kawamura T, Hiraide A, et al. Effectiveness of bystander-initiated cardiac-only resuscitation for patients with out-of-hospital cardiac arrest. Circulation 2007;116:2900-7.
116. Bossaert L, Van Hoeyweghen R. Evaluation of cardiopulmonary resuscitation (CPR) techniques. The Cerebral Resuscitation Study Group. Resuscitation 1989;17 Suppl:S99-109; discussion S99-206.
117. Gallagher EJ, Lombardi G, Gennis P. Effectiveness of bystander cardiopulmonary resuscitation and survival following out-of-hospital cardiac arrest. Jama 1995;274:1922-5.
118. Olasveengen TM, Wik L, Steen PA. Standard basic life support vs. continuous chest compressions only in out-of-hospital cardiac arrest. Acta Anaesthesiol Scand 2008;52:914-9.
119. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, et al. Conventional and chest-compression-only cardiopulmonary resuscitation by bystanders for children who have out-of-hospital cardiac arrests: a prospective, nationwide, population-based cohort study. Lancet 2010;375:1347-54.
120. Goto Y, Maeda T, Goto Y. Impact of dispatcher-assisted bystander cardiopulmonary resuscitation on neurological outcomes in children with out-of-hospital cardiac arrests: a prospective, nationwide, population-based cohort study. Journal of the American Heart Association 2014;3:e000499.
121. Yeung J, Okamoto D, Soar J, Perkins GD. AED training and its impact on skill acquisition, retention and performance--a systematic review of alternative training methods. Resuscitation 2011;82:657-64.
122. Mitani Y, Ohta K, Yodoya N, et al. Public access defibrillation improved the outcome after out-of-hospital cardiac arrest in school-age children: a nationwide, population-based, Utstein registry study in Japan. Europace 2013;15:1259-66.
123. Johnson MA, Grahan BJ, Haukoos JS, et al. Demographics, bystander CPR, and AED use in out-of-hospital pediatric arrests. Resuscitation 2014;85:920-6.
124. Akahane M, Tanabe S, Ogawa T, et al. Characteristics and outcomes of pediatric out-of-hospital cardiac arrest by scholastic age category. Pediatric critical care medicine : a journal of the Society of Critical Care Medicine and the World Federation of Pediatric Intensive and Critical Care Societies 2013;14:130-6.
125. Nichol G, Valenzuela T, Roe D, Clark L, Huszti E, Wells GA. Cost effectiveness of defibrillation by targeted responders in public settings. Circulation 2003;108:697-703.
126. Nichol G, Huszti E, Birnbaum A, et al. Cost-effectiveness of lay responder defibrillation for out-of-hospital cardiac arrest. Annals of emergency medicine 2009;54:226-35 e1-2.
127. Folke F, Lippert FK, Nielsen SL, et al. Location of cardiac arrest in a city center: strategic placement of automated external defibrillators in public locations. Circulation 2009;120:510-7.
128. Hansen CM, Lippert FK, Wissenberg M, et al. Temporal trends in coverage of historical cardiac arrests using a volunteer-based network of automated external defibrillators accessible to laypersons and emergency dispatch centers. Circulation 2014;130:1859-67.
129. Weisfeldt ML, Everson-Stewart S, Sitlani C, et al. Ventricular tachyarrhythmias after cardiac arrest in public versus at home. The New England journal of medicine 2011;364:313-21.
130. The Public Access Defibrillation Trial Investigators. Public-access defibrillation and survival after out-of-hospital cardiac arrest. The New England journal of medicine 2004;351:637-46.
131. ILCOR presents a universal AED sign. European Resuscitation Council, 2008. (Accessed 28/06/2015, 2015, at https://www.erc.edu/index.php/newsItem/en/nid=204/)
132. Forcina MS, Farhat AY, O'Neil WW, Haines DE. Cardiac arrest survival after implementation of automated external defibrillator technology in the in-hospital setting. Critical care medicine 2009;37:1229-36.
133. Smith RJ, Hickey BB, Santamaria JD. Automated external defibrillators and survival after in-hospital cardiac arrest: early experience at an Australian teaching hospital. Crit Care Resusc 2009;11:261-5.
134. Smith RJ, Hickey BB, Santamaria JD. Automated external defibrillators and in-hospital cardiac arrest: patient survival and device performance at an Australian teaching hospital. Resuscitation 2011;82:1537-42.
135. Chan PS, Krumholz HM, Spertus JA, et al. Automated external defibrillators and survival after in-hospital cardiac arrest. Jama 2010;304:2129-36.
136. Gibbison B, Soar J. Automated external defibrillator use for in-hospital cardiac arrest is not associated with improved survival. Evid Based Med 2011;16:95-6.
137. Chan PS, Krumholz HM, Nichol G, Nallamothu BK. Delayed time to defibrillation after in-hospital cardiac arrest. The New England journal of medicine 2008;358:9-17.
138. Fingerhut LA, Cox CS, Warner M. International comparative analysis of injury mortality. Findings from the

ICE on injury statistics. International Collaborative Effort on Injury Statistics. Adv Data 1998:1-20.
139. Proceedings of the 2005 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. Resuscitation 2005;67:157-341.
140. Langhelle A, Sunde K, Wik L, Steen PA. Airway pressure with chest compressions versus Heimlich manoeuvre in recently dead adults with complete airway obstruction. Resuscitation 2000;44:105-8.
141. Guildner CW, Williams D, Subitch T. Airway obstructed by foreign material: the Heimlich maneuver. JACEP 1976;5:675-7.
142. Ruben H, Macnaughton FI. The treatment of food-choking. Practitioner 1978;221:725-9.
143. Sandroni C, Nolan J, Cavallaro F, Antonelli M. In-hospital cardiac arrest: incidence, prognosis and possible measures to improve survival. Intensive care medicine 2007;33:237-45.
144. Nolan JP, Soar J, Smith GB, et al. Incidence and outcome of in-hospital cardiac arrest in the United Kingdom National Cardiac Arrest Audit. Resuscitation 2014;85:987-92.
145. Smith GB. In-hospital cardiac arrest: Is it time for an in-hospital 'chain of prevention'? Resuscitation 2010.
146. Muller D, Agrawal R, Arntz HR. How sudden is sudden cardiac death? Circulation 2006;114:1146-50.
147. Winkel BG, Risgaard B, Sadjadieh G, Bundgaard H, Haunso S, Tfelt-Hansen J. Sudden cardiac death in children (1-18 years): symptoms and causes of death in a nationwide setting. European heart journal 2014;35:868-75.
148. Harmon KG, Drezner JA, Wilson MG, Sharma S. Incidence of sudden cardiac death in athletes: a state-of-the--art review. Heart 2014;100:1227-34.
149. Basso C, Carturan E, Pilichou K, Rizzo S, Corrado D, Thiene G. Sudden cardiac death with normal heart: molecular autopsy. Cardiovasc Pathol 2010;19:321-5.
150. Mazzanti A, O'Rourke S, Ng K, et al. The usual suspects in sudden cardiac death of the young: a focus on inherited arrhythmogenic diseases. Expert Rev Cardiovasc Ther 2014;12:499-519.
151. Goldberger JJ, Basu A, Boineau R, et al. Risk stratification for sudden cardiac death: a plan for the future. Circulation 2014;129:516-26.
152. Corrado D, Drezner J, Basso C, Pelliccia A, Thiene G. Strategies for the prevention of sudden cardiac death during sports. European journal of cardiovascular prevention and rehabilitation : official journal of the European Society of Cardiology, Working Groups on Epidemiology & Prevention and Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology 2011;18:197-208.
153. Mahmood S, Lim L, Akram Y, Alford-Morales S, Sherin K, Committee APP. Screening for sudden cardiac death before participation in high school and collegiate sports: American College of Preventive Medicine position statement on preventive practice. Am J Prev Med 2013;45:130-3.
154. Skinner JR. Investigating sudden unexpected death in the young: a chance to prevent further deaths. Resuscitation 2012;83:1185-6.
155. Skinner JR. Investigation following resuscitated cardiac arrest. Archives of disease in childhood 2013;98:66-71.
156. Vriesendorp PA, Schinkel AF, Liebregts M, et al. Validation of the 2014 ESC Guidelines Risk Prediction Model for the Primary Prevention of Sudden Cardiac Death in Hypertrophic Cardiomyopathy. Circulation Arrhythmia and electrophysiology 2015.
157. Morrison LJ, Visentin LM, Kiss A, et al. Validation of a rule for termination of resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest. The New England journal of medicine 2006;355:478-87.
158. Richman PB, Vadeboncoeur TF, Chikani V, Clark L, Bobrow BJ. Independent evaluation of an out-of-hospital termination of resuscitation (TOR) clinical decision rule. Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine 2008;15:517-21.
159. Morrison LJ, Verbeek PR, Zhan C, Kiss A, Allan KS. Validation of a universal prehospital termination of resuscitation clinical prediction rule for advanced and basic life support providers. Resuscitation 2009;80:324-8.
160. Sasson C, Hegg AJ, Macy M, Park A, Kellermann A, McNally B. Prehospital termination of resuscitation in cases of refractory out-of-hospital cardiac arrest. Jama 2008;300:1432-8.
161. Morrison LJ, Eby D, Veigas PV, et al. Implementation trial of the basic life support termination of resuscitation rule: reducing the transport of futile out-of-hospital cardiac arrests. Resuscitation 2014;85:486-91.
162. Skrifvars MB, Vayrynen T, Kuisma M, et al. Comparison of Helsinki and European Resuscitation Council "do not attempt to resuscitate" guidelines, and a termination of resuscitation clinical prediction rule for out-of--hospital cardiac arrest patients found in asystole or pulseless electrical activity. Resuscitation 2010;81:679-84.
163. Fukuda T, Ohashi N, Matsubara T, et al. Applicability of the prehospital termination of resuscitation rule in an area dense with hospitals in Tokyo: a single-center, retrospective, observational study: is the pre hospital TOR rule applicable in Tokyo? Am J Emerg Med 2014;32:144-9.
164. Chiang WC, Ko PC, Chang AM, et al. Predictive performance of universal termination of resuscitation rules in an Asian community: are they accurate enough? Emergency medicine journal : EMJ 2015;32:318-23.
165. Diskin FJ, Camp-Rogers T, Peberdy MA, Ornato JP, Kurz MC. External validation of termination of resuscitation guidelines in the setting of intra-arrest cold saline, mechanical CPR, and comprehensive post resuscitation care. Resuscitation 2014;85:910-4.
166. Drennan IR, Lin S, Sidalak DE, Morrison LJ. Survival rates in out-of-hospital cardiac arrest patients transported without prehospital return of spontaneous circulation: an observational cohort study. Resuscitation 2014;85:1488-93.
167. Brennan RT, Braslow A. Skill mastery in public CPR classes. Am J Emerg Med 1998;16:653-7.
168. Chamberlain D, Smith A, Woollard M, et al. Trials of teaching methods in basic life support (3): comparison of simulated CPR performance after first training and at 6 months, with a note on the value of re-training. Resuscitation 2002;53:179-87.
169. Eberle B, Dick WF, Schneider T, Wisser G, Doetsch S, Tzanova I. Checking the carotid pulse check: diagnostic accuracy of first responders in patients with and without a pulse. Resuscitation 1996;33:107-16.
170. Lapostolle F, Le Toumelin P, Agostinucci JM, Catineau J, Adnet F. Basic cardiac life support providers checking the carotid pulse: performance, degree of conviction, and influencing factors. Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine 2004;11:878-80.
171. Liberman M, Lavoie A, Mulder D, Sampalis J. Cardiopulmonary resuscitation: errors made by pre-hospital emergency medical personnel. Resuscitation 1999;42:47-55.
172. Ruppert M, Reith MW, Widmann JH, et al. Checking for breathing: evaluation of the diagnostic capability of emergency medical services personnel, physicians, medical students, and medical laypersons. Annals of emergency medicine 1999;34:720-9.
173. White L, Rogers J, Bloomingdale M, et al. Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation: risks for patients not in cardiac arrest. Circulation 2010;121:91-7.
174. Sheak KR, Wiebe DJ, Leary M, et al. Quantitative relationship between end-tidal carbon dioxide and CPR quality during both in-hospital and out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2015;89:149-54.
175. Soar J, Callaway CW, Aibiki M, et al. Part 4: Advanced life support: 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Resuscitation 2015;XX:XX.
176. Edelson DP, Robertson-Dick BJ, Yuen TC, et al. Safety and efficacy of defibrillator charging during ongoing chest compressions: a multi-center study. Resuscitation 2010;81:1521-6.
177. Hansen LK, Mohammed A, Pedersen M, et al. European Journal of Emergency Medicine 2015.
178. Featherstone P, Chalmers T, Smith GB. RSVP: a system for communication of deterioration in hospital patients. Br J Nurs 2008;17:860-4.
179. Marshall S, Harrison J, Flanagan B. The teaching of a structured tool improves the clarity and content of interprofessional clinical communication. Qual Saf Health Care 2009;18:137-40.
180. Abella BS, Alvarado JP, Myklebust H, et al. Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest. Jama 2005;293:305-10.
181. Abella BS, Sandbo N, Vassilatos P, et al. Chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation are suboptimal: a prospective study during in-hospital cardiac arrest. Circulation 2005;111:428-34.
182. Pokorna M, Necas E, Kratochvil J, Skripsky R, Andrlik M, Franek O. A sudden increase in partial pressure end-tidal carbon dioxide (P(ET)CO(2)) at the moment of return of spontaneous circulation. The Journal of emergency medicine 2010;38:614-21.
183. Heradstveit BE, Sunde K, Sunde GA, Wentzel-Larsen T, Heltne JK. Factors complicating interpretation of capnography during advanced life support in cardiac arrest-A clinical retrospective study in 575 patients. Resuscitation 2012;83:813-8.
184. Davis DP, Sell RE, Wilkes N, et al. Electrical and mechanical recovery of cardiac function following out-of--hospital cardiac arrest. Resuscitation 2013;84:25-30.
185. Stiell IG, Wells GA, Field B, et al. Advanced cardiac life support in out-of-hospital cardiac arrest. The New England journal of medicine 2004;351:647-56.
186. Olasveengen TM, Sunde K, Brunborg C, Thowsen J, Steen PA, Wik L. Intravenous drug administration during out-of-hospital cardiac arrest: a randomized trial. Jama 2009;302:2222-9.
187. Herlitz J, Ekstrom L, Wennerblom B, Axelsson A, Bang A, Holmberg S. Adrenaline in out-of-hospital ventricular fibrillation. Does it make any difference? Resuscitation 1995;29:195-201.
188. Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J. Low chance of survival among patients requiring adrenaline (epinephrine) or intubation after out-of-hospital cardiac arrest in Sweden. Resuscitation 2002;54:37-45.
189. Jacobs IG, Finn JC, Jelinek GA, Oxer HF, Thompson PL. Effect of adrenaline on survival in out-of-hospital cardiac arrest: A randomised double-blind placebo-controlled trial. Resuscitation 2011;82:1138-43.
190. Benoit JL, Gerecht RB, Steuerwald MT, McMullan JT. Endotracheal intubation versus supraglottic airway placement in out-of-hospital cardiac arrest: A meta-analysis. Resuscitation 2015;93:20-6.
191. Perkins GD, Nolan JP. Early adrenaline for cardiac arrest. Bmj 2014;348:g3245.
192. Soar J, Nolan JP. Airway management in cardiopulmonary resuscitation. Curr Opin Crit Care 2013;19:181-7.
193. Lexow K, Sunde K. Why Norwegian 2005 guidelines differs slightly from the ERC guidelines. Resuscitation 2007;72:490-2.
194. Deakin CD, Nolan JP, Sunde K, Koster RW. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 3. Electrical therapies: automated external defibrillators, defibrillation, cardioversion and pacing. Resuscitation 2010;81:1293-304.
195. Koster RW, Walker RG, Chapman FW. Recurrent ventricular fibrillation during advanced life support care of patients with prehospital cardiac arrest. Resuscitation 2008;78:252-7.
196. Morrison LJ, Henry RM, Ku V, Nolan JP, Morley P, Deakin CD. Single-shock defibrillation success in adult cardiac arrest: a systematic review. Resuscitation 2013;84:1480-6.
197. Edelson DP, Abella BS, Kramer-Johansen J, et al. Effects of compression depth and pre-shock pauses predict defibrillation failure during cardiac arrest. Resuscitation 2006;71:137-45.
198. Eftestol T, Sunde K, Steen PA. Effects of interrupting precordial compressions on the calculated probability of defibrillation success during out-of-hospital cardiac arrest. Circulation 2002;105:2270-3.
199. Karlis G, Iacovidou N, Lelovas P, et al. Effects of early amiodarone administration during and immediately after cardiopulmonary resuscitation in a swine model. Acta Anaesthesiol Scand 2014;58:114-22.
200. Bhende MS, Thompson AE. Evaluation of an end-tidal CO2 detector during pediatric cardiopulmonary resuscitation. Pediatrics 1995;95:395-9.
201. Sehra R, Underwood K, Checchia P. End tidal CO2 is a quantitative measure of cardiac arrest. Pacing Clin Electrophysiol 2003;26:515-7.
202. Giberson B, Uber A, Gaieski DF, et al. When to Stop CPR and When to Perform Rhythm Analysis: Potential Confusion Among ACLS Providers. J Intensive Care Med 2014.
203. Berg RA, Hilwig RW, Kern KB, Ewy GA. Precountershock cardiopulmonary resuscitation improves ventricular fibrillation median frequency and myocardial readiness for successful defibrillation from prolonged ventricular fibrillation: a randomized, controlled swine study. Annals of emergency medicine 2002;40:563-70.
204. Eftestol T, Sunde K, Aase SO, Husoy JH, Steen PA. "Probability of successful defibrillation" as a monitor during CPR in out-of-hospital cardiac arrested patients. Resuscitation 2001;48:245-54.
205. Kolarova J, Ayoub IM, Yi Z, Gazmuri RJ. Optimal timing for electrical defibrillation after prolonged untreated ventricular fibrillation. Critical care medicine 2003;31:2022-8.
206. Yeung J, Chilwan M, Field R, Davies R, Gao F, Perkins GD. The impact of airway management on quality of cardiopulmonary resuscitation: an observational study in patients during cardiac arrest. Resuscitation 2014;85:898-904.
207. Lee PM, Lee C, Rattner P, Wu X, Gershengorn H, Acquah S. Intraosseous versus central venous catheter utilization and performance during inpatient medical emergencies. Critical care medicine 2015;43:1233-8.
208. Reades R, Studnek JR, Vandeventer S, Garrett J. Intraosseous versus intravenous vascular access during out--of-hospital cardiac arrest: a randomized controlled trial. Annals of emergency medicine 2011;58:509-16.
209. Leidel BA, Kirchhoff C, Bogner V, Braunstein V, Biberthaler P, Kanz KG. Comparison of intraosseous versus central venous vascular access in adults under resuscitation in the emergency department with inaccessible peripheral veins. Resuscitation 2012;83:40-5.
210. Helm M, Haunstein B, Schlechtriemen T, Ruppert M, Lampl L, Gassler M. EZ-IO((R)) intraosseous device implementation in German Helicopter Emergency Medical Service. Resuscitation 2015;88:43-7.

211. Wenzel V, Lindner KH, Augenstein S, et al. Intraosseous vasopressin improves coronary perfusion pressure rapidly during cardiopulmonary resuscitation in pigs. Critical care medicine 1999;27:1565-9.
212. Hoskins SL, do Nascimento P, Jr., Lima RM, Espana-Tenorio JM, Kramer GC. Pharmacokinetics of intraosseous and central venous drug delivery during cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation 2012;83:107-12.
213. Myerburg RJ, Halperin H, Egan DA, et al. Pulseless electric activity: definition, causes, mechanisms, management, and research priorities for the next decade: report from a National Heart, Lung, and Blood Institute workshop. Circulation 2013;128:2532-41.
214. Nordseth T, Edelson DP, Bergum D, et al. Optimal loop duration during the provision of in-hospital advanced life support (ALS) to patients with an initial non-shockable rhythm. Resuscitation 2014;85:75-81.
215. Narasimhan M, Koenig SJ, Mayo PH. Advanced echocardiography for the critical care physician: part 1. Chest 2014;145:129-34.
216. Flato UA, Paiva EF, Carballo MT, Buehler AM, Marco R, Timerman A. Echocardiography for prognostication during the resuscitation of intensive care unit patients with non-shockable rhythm cardiac arrest. Resuscitation 2015;92:1-6.
217. Breitkreutz R, Price S, Steiger HV, et al. Focused echocardiographic evaluation in life support and peri-resuscitation of emergency patients: a prospective trial. Resuscitation 2010;81:1527-33.
218. Olaussen A, Shepherd M, Nehme Z, Smith K, Bernard S, Mitra B. Return of consciousness during ongoing Cardiopulmonary Resuscitation: A systematic review. Resuscitation 2014;86C:44-8.
219. Couper K, Smyth M, Perkins GD. Mechanical devices for chest compression: to use or not to use? Curr Opin Crit Care 2015;21:188-94.
220. Deakin CD, Low JL. Accuracy of the advanced trauma life support guidelines for predicting systolic blood pressure using carotid, femoral, and radial pulses: observational study. Bmj 2000;321:673-4.
221. Connick M, Berg RA. Femoral venous pulsations during open-chest cardiac massage. Annals of emergency medicine 1994;24:1176-9.
222. Weil MH, Rackow EC, Trevino R, Grundler W, Falk JL, Griffel MI. Difference in acid-base state between venous and arterial blood during cardiopulmonary resuscitation. The New England journal of medicine 1986;315:153-6.
223. Meaney PA, Bobrow BJ, Mancini ME, et al. Cardiopulmonary resuscitation quality: improving cardiac resuscitation outcomes both inside and outside the hospital: a consensus statement from the american heart association. Circulation 2013;128:417-35.
224. Friess SH, Sutton RM, French B, et al. Hemodynamic directed CPR improves cerebral perfusion pressure and brain tissue oxygenation. Resuscitation 2014;85:1298-303.
225. Friess SH, Sutton RM, Bhalala U, et al. Hemodynamic directed cardiopulmonary resuscitation improves short-term survival from ventricular fibrillation cardiac arrest. Critical care medicine 2013;41:2698-704.
226. Sutton RM, Friess SH, Bhalala U, et al. Hemodynamic directed CPR improves short-term survival from asphyxia-associated cardiac arrest. Resuscitation 2013;84:696-701.
227. Babbs CF. We still need a real-time hemodynamic monitor for CPR. Resuscitation 2013;84:1297-8.
228. Fukuda T, Ohashi N, Nishida M, et al. Application of cerebral oxygen saturation to prediction of the futility of resuscitation for out-of-hospital cardiopulmonary arrest patients: a single-center, prospective, observational study: can cerebral regional oxygen saturation predict the futility of CPR? Am J Emerg Med 2014;32:747-51.
229. Parnia S, Nasir A, Ahn A, et al. A feasibility study of cerebral oximetry during in-hospital mechanical and manual cardiopulmonary resuscitation*. Critical care medicine 2014;42:930-3.
230. Genbrugge C, Meex I, Boer W, et al. Increase in cerebral oxygenation during advanced life support in out-of--hospital patients is associated with return of spontaneous circulation. Crit Care 2015;19:112.
231. Nolan JP. Cerebral oximetry during cardiac arrest-feasible, but benefit yet to be determined*. Critical care medicine 2014;42:1001-2.
232. Hamrick JL, Hamrick JT, Lee JK, Lee BH, Koehler RC, Shaffner DH. Efficacy of chest compressions directed by end-tidal CO2 feedback in a pediatric resuscitation model of basic life support. Journal of the American Heart Association 2014;3:e000450.
233. Wallmuller C, Sterz F, Testori C, et al. Emergency cardio-pulmonary bypass in cardiac arrest: seventeen years of experience. Resuscitation 2013;84:326-30.
234. Kagawa E, Dote K, Kato M, et al. Should we emergently revascularize occluded coronaries for cardiac arrest?: rapid-response extracorporeal membrane oxygenation and intra-arrest percutaneous coronary intervention. Circulation 2012;126:1605-13.
235. Xie A, Phan K, Yi-Chin Tsai M, Yan TD, Forrest P. Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation for cardiogenic shock and cardiac arrest: a meta-analysis. Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia 2015;29:637-45.
236. Riggs KR, Becker LB, Sugarman J. Ethics in the use of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in adults. Resuscitation 2015;91:73-5.
237. Gundersen K, Kvaloy JT, Kramer-Johansen J, Steen PA, Eftestol T. Development of the probability of return of spontaneous circulation in intervals without chest compressions during out-of-hospital cardiac arrest: an observational study. BMC medicine 2009;7:6.
238. Perkins GD, Davies RP, Soar J, Thickett DR. The impact of manual defibrillation technique on no-flow time during simulated cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation 2007;73:109-14.
239. Fouche PF, Simpson PM, Bendall J, Thomas RE, Cone DC, Doi SA. Airways in out-of-hospital cardiac arrest: systematic review and meta-analysis. Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors 2014;18:244-56.
240. Voss S, Rhys M, Coates D, et al. How do paramedics manage the airway during out of hospital cardiac arrest? Resuscitation 2014;85:1662-6.
241. Lin S, Callaway CW, Shah PS, et al. Adrenaline for out-of-hospital cardiac arrest resuscitation: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Resuscitation 2014;85:732-40.
242. Patanwala AE, Slack MK, Martin JR, Basken RL, Nolan PE. Effect of epinephrine on survival after cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. Minerva anestesiologica 2014;80:831-43.
243. Lindner KH, Dirks B, Strohmenger HU, Prengel AW, Lindner IM, Lurie KG. Randomised comparison of epinephrine and vasopressin in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. Lancet 1997;349:535-7.
244. Wenzel V, Krismer AC, Arntz HR, Sitter H, Stadlbauer KH, Lindner KH. A comparison of vasopressin and epinephrine for out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation. The New England journal of medicine 2004;350:105-13.
245. Stiell IG, Hebert PC, Wells GA, et al. Vasopressin versus epinephrine for inhospital cardiac arrest: a randomised controlled trial. Lancet 2001;358:105-9.
246. Ong ME, Tiah L, Leong BS, et al. A randomised, double-blind, multi-centre trial comparing vasopressin and adrenaline in patients with cardiac arrest presenting to or in the Emergency Department. Resuscitation 2012;83:953-60.
247. Mentzelopoulos SD, Zakynthinos SG, Siempos I, Malachias S, Ulmer H, Wenzel V. Vasopressin for cardiac arrest: meta-analysis of randomized controlled trials. Resuscitation 2012;83:32-9.
248. Callaway CW, Hostler D, Doshi AA, et al. Usefulness of vasopressin administered with epinephrine during out-of-hospital cardiac arrest. The American journal of cardiology 2006;98:1316-21.
249. Gueugniaud PY, David JS, Chanzy E, et al. Vasopressin and epinephrine vs. epinephrine alone in cardiopulmonary resuscitation. The New England journal of medicine 2008;359:21-30.
250. Ducros L, Vicaut E, Soleil C, et al. Effect of the addition of vasopressin or vasopressin plus nitroglycerin to epinephrine on arterial blood pressure during cardiopulmonary resuscitation in humans. The Journal of emergency medicine 2011;41:453-9.
251. Kudenchuk PJ, Cobb LA, Copass MK, et al. Amiodarone for resuscitation after out-of-hospital cardiac arrest due to ventricular fibrillation. The New England journal of medicine 1999;341:871-8.
252. Dorian P, Cass D, Schwartz B, Cooper R, Gelaznikas R, Barr A. Amiodarone as compared with lidocaine for shock-resistant ventricular fibrillation. The New England journal of medicine 2002;346:884-90.
253. Skrifvars MB, Kuisma M, Boyd J, et al. The use of undiluted amiodarone in the management of out-of-hospital cardiac arrest. Acta Anaesthesiol Scand 2004;48:582-7.
254. Petrovic T, Adnet F, Lapandry C. Successful resuscitation of ventricular fibrillation after low-dose amiodarone. Annals of emergency medicine 1998;32:518-9.
255. Levine JH, Massumi A, Scheinman MM, et al. Intravenous amiodarone for recurrent sustained hypotensive ventricular tachyarrhythmias. Intravenous Amiodarone Multicenter Trial Group. J Am Coll Cardiol 1996;27:67-75.
256. Somberg JC, Bailin SJ, Haffajee CI, et al. Intravenous lidocaine versus intravenous amiodarone (in a new aqueous formulation) for incessant ventricular tachycardia. The American journal of cardiology 2002;90:853-9.
257. Somberg JC, Timar S, Bailin SJ, et al. Lack of a hypotensive effect with rapid administration of a new aqueous formulation of intravenous amiodarone. The American journal of cardiology 2004;93:576-81.
258. Böttiger BW, Martin E. Thrombolytic therapy during cardiopulmonary resuscitation and the role of coagulation activation after cardiac arrest. Curr Opin Crit Care 2001;7:176-83.
259. Spöhr F, Böttiger BW. Safety of thrombolysis during cardiopulmonary resuscitation. Drug Saf 2003;26:367-79.
260. Wu JP, Gu DY, Wang S, Zhang ZJ, Zhou JC, Zhang RF. Good neurological recovery after rescue thrombolysis of presumed pulmonary embolism despite prior 100 minutes CPR. J Thorac Dis 2014;6:E289-93.
261. Langhelle A, Tyvold SS, Lexow K, Hapnes SA, Sunde K, Steen PA. In-hospital factors associated with improved outcome after out-of-hospital cardiac arrest. A comparison between four regions in Norway. Resuscitation 2003;56:247-63.
262. Kramer-Johansen J, Myklebust H, Wik L, et al. Quality of out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation with real time automated feedback: a prospective interventional study. Resuscitation 2006;71:283-92.
263. Sutton RM, Maltese MR, Niles D, et al. Quantitative analysis of chest compression interruptions during in--hospital resuscitation of older children and adolescents. Resuscitation 2009;80:1259-63.
264. Sutton RM, Niles D, Nysaether J, et al. Quantitative analysis of CPR quality during in-hospital resuscitation of older children and adolescents. Pediatrics 2009;124:494-9.
265. Wik L, Olsen JA, Persse D, et al. Manual vs. integrated automatic load-distributing band CPR with equal survival after out of hospital cardiac arrest. The randomized CIRC trial. Resuscitation 2014;85:741-8.
266. Rubertsson S, Lindgren E, Smekal D, et al. Mechanical chest compressions and simultaneous defibrillation vs conventional cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest: the LINC randomized trial. Jama 2014;311:53-61.
267. Aufderheide TP, Nichol G, Rea TD, et al. A trial of an impedance threshold device in out-of-hospital cardiac arrest. The New England journal of medicine 2011;365:798-806.
268. Plaisance P, Lurie KG, Payen D. Inspiratory impedance during active compression-decompression cardiopulmonary resuscitation: a randomized evaluation in patients in cardiac arrest. Circulation 2000;101:989-94.
269. Plaisance P, Lurie KG, Vicaut E, et al. Evaluation of an impedance threshold device in patients receiving active compression-decompression cardiopulmonary resuscitation for out of hospital cardiac arrest. Resuscitation 2004;61:265-71.
270. Aufderheide TP, Frascone RJ, Wayne MA, et al. Standard cardiopulmonary resuscitation versus active compression-decompression cardiopulmonary resuscitation with augmentation of negative intrathoracic pressure for out-of-hospital cardiac arrest: a randomised trial. Lancet 2011;377:301-11.
271. Frascone RJ, Wayne MA, Swor RA, et al. Treatment of non-traumatic out-of-hospital cardiac arrest with active compression decompression cardiopulmonary resuscitation plus an impedance threshold device. Resuscitation 2013;84:1214-22.
272. Wee JH, Park JH, Choi SP, Park KN. Outcomes of patients admitted for hanging injuries with decreased consciousness but without cardiac arrest. Am J Emerg Med 2013;31:1666-70.
273. Penney DJ, Stewart AH, Parr MJ. Prognostic outcome indicators following hanging injuries. Resuscitation 2002;54:27-9.
274. Wood S. Interactions between hypoxia and hypothermia. Annu Rev Physiol 1991;53:71-85.
275. Schneider SM. Hypothermia: from recognition to rewarming. Emerg Med Rep 1992;13:1-20.
276. Gruber E, Beikircher W, Pizzinini R, et al. Non-extracorporeal rewarming at a rate of 6.8 degrees C per hour in a deeply hypothermic arrested patient. Resuscitation 2014;85:e119-20.
277. Bouchama A, Knochel JP. Heat stroke. The New England journal of medicine 2002;346:1978-88.
278. Hadad E, Weinbroum AA, Ben-Abraham R. Drug-induced hyperthermia and muscle rigidity: a practical approach. European journal of emergency medicine : official journal of the European Society for Emergency Medicine 2003;10:149-54.
279. Halloran LL, Bernard DW. Management of drug-induced hyperthermia. Curr Opin Pediatr 2004;16:211-5.
280. Bouchama A, Dehbi M, Chaves-Carballo E. Cooling and hemodynamic management in heatstroke: practical recommendations. Crit Care 2007;11:R54.
281. Brenner ML, Moore LJ, DuBose JJ, et al. A clinical series of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta for hemorrhage control and resuscitation. J Trauma Acute Care Surg 2013;75:506-11.

282. Soar J, Pumphrey R, Cant A, et al. Emergency treatment of anaphylactic reactions--guidelines for healthcare providers. Resuscitation 2008;77:157-69.
283. Soar J. Emergency treatment of anaphylaxis in adults: concise guidance. Clin Med 2009;9:181-5.
284. Soar J, Perkins GD, Abbas G, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 8. Cardiac arrest in special circumstances: Electrolyte abnormalities, poisoning, drowning, accidental hypothermia, hyperthermia, asthma, anaphylaxis, cardiac surgery, trauma, pregnancy, electrocution. Resuscitation 2010;81:1400-33.
285. Muraro A, Roberts G, Worm M, et al. Anaphylaxis: guidelines from the European Academy of Allergy and Clinical Immunology. Allergy 2014;69:1026-45.
286. Simpson CR, Sheikh A. Adrenaline is first line treatment for the emergency treatment of anaphylaxis. Resuscitation 2010;81:641-2.
287. Kemp SF, Lockey RF, Simons FE. Epinephrine: the drug of choice for anaphylaxis. A statement of the World Allergy Organization. Allergy 2008;63:1061-70.
288. Bautista E, Simons FE, Simons KJ, et al. Epinephrine fails to hasten hemodynamic recovery in fully developed canine anaphylactic shock. Int Arch Allergy Immunol 2002;128:151-64.
289. Zwingmann J, Mehlhorn AT, Hammer T, Bayer J, Sudkamp NP, Strohm PC. Survival and neurologic outcome after traumatic out-of-hospital cardiopulmonary arrest in a pediatric and adult population: a systematic review. Crit Care 2012;16:R117.
290. Leis CC, Hernandez CC, Blanco MJ, Paterna PC, Hernandez Rde E, Torres EC. Traumatic cardiac arrest: should advanced life support be initiated? J Trauma Acute Care Surg 2013;74:634-8.
291. Lockey D, Crewdson K, Davies G. Traumatic cardiac arrest: who are the survivors? Annals of emergency medicine 2006;48:240-4.
292. Crewdson K, Lockey D, Davies G. Outcome from paediatric cardiac arrest associated with trauma. Resuscitation 2007;75:29-34.
293. Kleber C, Giesecke MT, Lindner T, Haas NP, Buschmann CT. Requirement for a structured algorithm in cardiac arrest following major trauma: epidemiology, management errors, and preventability of traumatic deaths in Berlin. Resuscitation 2014;85:405-10.
294. Leigh-Smith S, Harris T. Tension pneumothorax--time for a re-think? Emergency medicine journal : EMJ 2005;22:8-16.
295. Chen KY, Jerng JS, Liao WY, et al. Pneumothorax in the ICU: patient outcomes and prognostic factors. Chest 2002;122:678-83.
296. Warner KJ, Copass MK, Bulger EM. Paramedic use of needle thoracostomy in the prehospital environment. Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors 2008;12:162-8.
297. Mistry N, Bleetman A, Roberts KJ. Chest decompression during the resuscitation of patients in prehospital traumatic cardiac arrest. Emergency medicine journal : EMJ 2009;26:738-40.
298. Deakin CD, Davies G, Wilson A. Simple thoracostomy avoids chest drain insertion in prehospital trauma. The Journal of trauma 1995;39:373-4.
299. Massarutti D, Trillo G, Berlot G, et al. Simple thoracostomy in prehospital trauma management is safe and effective: a 2-year experience by helicopter emergency medical crews. European journal of emergency medicine : official journal of the European Society for Emergency Medicine 2006;13:276-80.
300. Konstantinides SV, Torbicki A, Agnelli G, et al. 2014 ESC guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism. European heart journal 2014;35:3033-69, 69a-69k.
301. Kurkciyan I, Meron G, Behringer W, et al. Accuracy and impact of presumed cause in patients with cardiac arrest. Circulation 1998;98:766-71.
302. Kurkciyan I, Meron G, Sterz F, et al. Pulmonary embolism as a cause of cardiac arrest: presentation and outcome. Archives of internal medicine 2000;160:1529-35.
303. Pokorna M, Necas E, Skripsky R, Kratochvil J, Andrlik M, Franek O. How accurately can the aetiology of cardiac arrest be established in an out-of-hospital setting? Analysis by "concordance in diagnosis crosscheck tables". Resuscitation 2011;82:391-7.
304. Wallmuller C, Meron G, Kurkciyan I, Schober A, Stratil P, Sterz F. Causes of in-hospital cardiac arrest and influence on outcome. Resuscitation 2012;83:1206-11.
305. Bergum D, Nordseth T, Mjolstad OC, Skogvoll E, Haugen BO. Causes of in-hospital cardiac arrest - incidences and rate of recognition. Resuscitation 2015;87:63-8.
306. Stub D, Nehme Z, Bernard S, Lijovic M, Kaye DM, Smith K. Exploring which patients without return of spontaneous circulation following ventricular fibrillation out-of-hospital cardiac arrest should be transported to hospital? Resuscitation 2014;85:326-31.
307. Mowry JB, Spyker DA, Cantilena LR, Jr., McMillan N, Ford M. 2013 Annual Report of the American Association of Poison Control Centers' National Poison Data System (NPDS): 31st Annual Report. Clin Toxicol (Phila) 2014;52:1032-283.
308. Proudfoot AT, Krenzelok EP, Vale JA. Position Paper on urine alkalinization. J Toxicol Clin Toxicol 2004;42:1-26.
309. Greene S, Harris C, Singer J. Gastrointestinal decontamination of the poisoned patient. Pediatric emergency care 2008;24:176-86; quiz 87-9.
310. Benson BE, Hoppu K, Troutman WG, et al. Position paper update: gastric lavage for gastrointestinal decontamination. Clin Toxicol (Phila) 2013;51:140-6.
311. Chyka PA, Seger D, Krenzelok EP, Vale JA. Position paper: Single-dose activated charcoal. Clin Toxicol (Phila) 2005;43:61-87.
312. Ellis SJ, Newland MC, Simonson JA, et al. Anesthesia-related cardiac arrest. Anesthesiology 2014;120:829-38.
313. Gonzalez LP, Braz JR, Modolo MP, de Carvalho LR, Modolo NS, Braz LG. Pediatric perioperative cardiac arrest and mortality: a study from a tertiary teaching hospital. Pediatric critical care medicine : a journal of the Society of Critical Care Medicine and the World Federation of Pediatric Intensive and Critical Care Societies 2014;15:878-84.
314. Sprung J, Warner ME, Contreras MG, et al. Predictors of survival following cardiac arrest in patients undergoing noncardiac surgery: a study of 518,294 patients at a tertiary referral center. Anesthesiology 2003;99:259-69.
315. Charalambous CP, Zipitis CS, Keenan DJ. Chest reexploration in the intensive care unit after cardiac surgery: a safe alternative to returning to the operating theater. The Annals of thoracic surgery 2006;81:191-4.
316. LaPar DJ, Ghanta RK, Kern JA, et al. Hospital variation in mortality from cardiac arrest after cardiac surgery: an opportunity for improvement? The Annals of thoracic surgery 2014;98:534-9; discussion 9-40.
317. Wagner H, Terkelsen CJ, Friberg H, et al. Cardiac arrest in the catheterisation laboratory: a 5-year experience of using mechanical chest compressions to facilitate PCI during prolonged resuscitation efforts. Resuscitation 2010;81:383-7.
318. Larsen AI, Hjornevik AS, Ellingsen CL, Nilsen DW. Cardiac arrest with continuous mechanical chest compression during percutaneous coronary intervention. A report on the use of the LUCAS device. Resuscitation 2007;75:454-9.
319. Tsao NW, Shih CM, Yeh JS, et al. Extracorporeal membrane oxygenation-assisted primary percutaneous coronary intervention may improve survival of patients with acute myocardial infarction complicated by profound cardiogenic shock. J Crit Care 2012;27:530 e1-11.
320. Alpert MA. Sudden cardiac arrest and sudden cardiac death on dialysis: Epidemiology, evaluation, treatment, and prevention. Hemodial Int 2011;15 Suppl 1:S22-9.
321. Sacchetti A, Stuccio N, Panebianco P, Torres M. ED hemodialysis for treatment of renal failure emergencies. Am J Emerg Med 1999;17:305-7.
322. Davis TR, Young BA, Eisenberg MS, Rea TD, Copass MK, Cobb LA. Outcome of cardiac arrests attended by emergency medical services staff at community outpatient dialysis centers. Kidney international 2008;73:933-9.
323. Lafrance JP, Nolin L, Senecal L, Leblanc M. Predictors and outcome of cardiopulmonary resuscitation (CPR) calls in a large haemodialysis unit over a seven-year period. Nephrol Dial Transplant 2006;21:1006-12.
324. Bird S, Petley GW, Deakin CD, Clewlow F. Defibrillation during renal dialysis: a survey of UK practice and procedural recommendations. Resuscitation 2007;73:347-53.
325. O'Rourke MF, Donaldson E, Geddes JS. An airline cardiac arrest program. Circulation 1997;96:2849-53.
326. Page RL, Joglar JA, Kowal RC, et al. Use of automated external defibrillators by a U.S. airline. The New England journal of medicine 2000;343:1210-6.
327. Graf J, Stuben U, Pump S. In-flight medical emergencies. Dtsch Arztebl Int 2012;109:591-601; quiz 2.
328. Brown AM, Rittenberger JC, Ammon CM, Harrington S, Guyette FX. In-flight automated external defibrillator use and consultation patterns. Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors 2010;14:235-9.
329. Bertrand C, Rodriguez Redington P, Lecarpentier E, et al. Preliminary report on AED deployment on the entire Air France commercial fleet: a joint venture with Paris XII University Training Programme. Resuscitation 2004;63:175-81.
330. Skogvoll E, Bjelland E, Thorarinsson B. Helicopter emergency medical service in out-of-hospital cardiac arrest--a 10-year population-based study. Acta Anaesthesiol Scand 2000;44:972-9.
331. Lyon RM, Nelson MJ. Helicopter emergency medical services (HEMS) response to out-of-hospital cardiac arrest. Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine 2013;21:1.
332. Forti A, Zilio G, Zanatta P, et al. Full recovery after prolonged cardiac arrest and resuscitation with mechanical chest compression device during helicopter transportation and percutaneous coronary intervention. The Journal of emergency medicine 2014;47:632-4.
333. Pietsch U, Lischke V, Pietsch C. Benefit of mechanical chest compression devices in mountain HEMS: lessons learned from 1 year of experience and evaluation. Air Med J 2014;33:299-301.
334. Omori K, Sato S, Sumi Y, et al. The analysis of efficacy for AutoPulse system in flying helicopter. Resuscitation 2013;84:1045-50.
335. Putzer G, Braun P, Zimmermann A, et al. LUCAS compared to manual cardiopulmonary resuscitation is more effective during helicopter rescue-a prospective, randomized, cross-over manikin study. Am J Emerg Med 2013;31:384-9.
336. Lin CY, Wang YF, Lu TH, Kawach I. Unintentional drowning mortality, by age and body of water: an analysis of 60 countries. Inj Prev 2015;21:e43-50.
337. Szpilman D, Webber J, Quan L, et al. Creating a drowning chain of survival. Resuscitation 2014;85:1149-52.
338. Vahatalo R, Lunetta P, Olkkola KT, Suominen PK. Drowning in children: Utstein style reporting and outcome. Acta Anaesthesiol Scand 2014;58:604-10.
339. Claesson A, Lindqvist J, Herlitz J. Cardiac arrest due to drowning--changes over time and factors of importance for survival. Resuscitation 2014;85:644-8.
340. Dyson K, Morgans A, Bray J, Matthews B, Smith K. Drowning related out-of-hospital cardiac arrests: characteristics and outcomes. Resuscitation 2013;84:1114-8.
341. Tipton MJ, Golden FS. A proposed decision-making guide for the search, rescue and resuscitation of submersion (head under) victims based on expert opinion. Resuscitation 2011;82:819-24.
342. Wanscher M, Agersnap L, Ravn J, et al. Outcome of accidental hypothermia with or without circulatory arrest: experience from the Danish Praesto Fjord boating accident. Resuscitation 2012;83:1078-84.
343. Kieboom JK, Verkade HJ, Burgerhof JG, et al. Outcome after resuscitation beyond 30 minutes in drowned children with cardiac arrest and hypothermia: Dutch nationwide retrospective cohort study. Bmj 2015;350:h418.
344. Tomazin I, Ellerton J, Reisten O, Soteras I, Avbelj M, International Commission for Mountain Emergency M. Medical standards for mountain rescue operations using helicopters: official consensus recommendations of the International Commission for Mountain Emergency Medicine (ICAR MEDCOM). High Alt Med Biol 2011;12:335-41.
345. Pietsch U, Lischke V, Pietsch C, Kopp KH. Mechanical chest compressions in an avalanche victim with cardiac arrest: an option for extreme mountain rescue operations. Wilderness Environ Med 2014;25:190-3.
346. Ellerton J, Gilbert H. Should helicopters have a hoist or 'long-line' capability to perform mountain rescue in the UK? Emergency medicine journal : EMJ 2012;29:56-9.
347. Klemenc-Ketis Z, Tomazin I, Kersnik J. HEMS in Slovenia: one country, four models, different quality outcomes. Air Med J 2012;31:298-304.
348. Tomazin I, Vegnuti M, Ellerton J, Reisten O, Sumann G, Kersnik J. Factors impacting on the activation and approach times of helicopter emergency medical services in four Alpine countries. Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine 2012;20:56.
349. Wang JC, Tsai SH, Chen YL, et al. The physiological effects and quality of chest compressions during CPR at sea level and high altitude. Am J Emerg Med 2014;32:1183-8.
350. Suto T, Saito S. Considerations for resuscitation at high altitude in elderly and untrained populations and rescuers. Am J Emerg Med 2014;32:270-6.

351. Narahara H, Kimura M, Suto T, et al. Effects of cardiopulmonary resuscitation at high altitudes on the physical condition of untrained and unacclimatized rescuers. Wilderness Environ Med 2012;23:161-4.
352. Boyd J, Brugger H, Shuster M. Prognostic factors in avalanche resuscitation: a systematic review. Resuscitation 2010;81:645-52.
353. Lightning-associated deaths--United States, 1980-1995. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 1998;47:391-4.
354. Zafren K, Durrer B, Herry JP, Brugger H. Lightning injuries: prevention and on-site treatment in mountains and remote areas. Official guidelines of the International Commission for Mountain Emergency Medicine and the Medical Commission of the International Mountaineering and Climbing Federation (ICAR and UIAA MEDCOM). Resuscitation 2005;65:369-72.
355. Why asthma still kills: the national review of asthma deaths (NRAD). Confidential Enquiry Report 2014. 2014. at http://www.rcplondon.ac.uk/sites/default/files/why-asthma-still-kills-full-report.pdf.)
356. Hubner P, Meron G, Kurkciyan I, et al. Neurologic causes of cardiac arrest and outcomes. The Journal of emergency medicine 2014;47:660-7.
357. Skrifvars MB, Parr MJ. Incidence, predisposing factors, management and survival following cardiac arrest due to subarachnoid haemorrhage: a review of the literature. Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine 2012;20:75.
358. Arnaout M, Mongardon N, Deye N, et al. Out-of-hospital cardiac arrest from brain cause: epidemiology, clinical features, and outcome in a multicenter cohort*. Critical care medicine 2015;43:453-60.
359. Adabag S, Huxley RR, Lopez FL, et al. Obesity related risk of sudden cardiac death in the atherosclerosis risk in communities study. Heart 2015;101:215-21.
360. Lipman S, Cohen S, Einav S, et al. The Society for Obstetric Anesthesia and Perinatology consensus statement on the management of cardiac arrest in pregnancy. Anesthesia and analgesia 2014;118:1003-16.
361. Boyd R, Teece S. Towards evidence based emergency medicine: best BETs from the Manchester Royal Infirmary. Perimortem caesarean section. Emergency medicine journal : EMJ 2002;19:324-5.
362. McNally B, Robb R, Mehta M, et al. Out-of-Hospital Cardiac Arrest Surveillance --- Cardiac Arrest Registry to Enhance Survival (CARES), United States, October 1, 2005--December 31, 2010. MMWR Surveill Summ 2011;60:1-19.
363. Black CJ, Busuttil A, Robertson C. Chest wall injuries following cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation 2004;63:339-43.
364. Krischer JP, Fine EG, Davis JH, Nagel EL. Complications of cardiac resuscitation. Chest 1987;92:287-91.
365. Kashiwagi Y, Sasakawa T, Tampo A, et al. Computed tomography findings of complications resulting from cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation 2015;88:86-91.
366. Nolan JP, Neumar RW, Adrie C, et al. Post-cardiac arrest syndrome: epidemiology, pathophysiology, treatment, and prognostication. A Scientific Statement from the International Liaison Committee on Resuscitation; the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee; the Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia; the Council on Cardiopulmonary, Perioperative, and Critical Care; the Council on Clinical Cardiology; the Council on Stroke. Resuscitation 2008;79:350-79.
367. Spaite DW, Bobrow BJ, Stolz U, et al. Statewide regionalization of postarrest care for out-of-hospital cardiac arrest: association with survival and neurologic outcome. Annals of emergency medicine 2014;64:496-506 e1.
368. Soholm H, Wachtell K, Nielsen SL, et al. Tertiary centres have improved survival compared to other hospitals in the Copenhagen area after out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2013;84:162-7.
369. Sunde K, Pytte M, Jacobsen D, et al. Implementation of a standardised treatment protocol for post resuscitation care after out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2007;73:29-39.
370. Gaieski DF, Band RA, Abella BS, et al. Early goal-directed hemodynamic optimization combined with therapeutic hypothermia in comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2009;80:418-24.
371. Carr BG, Goyal M, Band RA, et al. A national analysis of the relationship between hospital factors and post--cardiac arrest mortality. Intensive care medicine 2009;35:505-11.
372. Oddo M, Schaller MD, Feihl F, Ribordy V, Liaudet L. From evidence to clinical practice: effective implementation of therapeutic hypothermia to improve patient outcome after cardiac arrest. Critical care medicine 2006;34:1865-73.
373. Knafelj R, Radsel P, Ploj T, Noc M. Primary percutaneous coronary intervention and mild induced hypothermia in comatose survivors of ventricular fibrillation with ST-elevation acute myocardial infarction. Resuscitation 2007;74:227-34.
374. Mongardon N, Dumas F, Ricome S, et al. Postcardiac arrest syndrome: from immediate resuscitation to long--term outcome. Ann Intensive Care 2011;1:45.
375. Stub D, Bernard S, Duffy SJ, Kaye DM. Post cardiac arrest syndrome: a review of therapeutic strategies. Circulation 2011;123:1428-35.
376. Nielsen N, Wetterslev J, Cronberg T, et al. Targeted temperature management at 33 degrees C versus 36 degrees C after cardiac arrest. The New England journal of medicine 2013;369:2197-206.
377. Lemiale V, Dumas F, Mongardon N, et al. Intensive care unit mortality after cardiac arrest: the relative contribution of shock and brain injury in a large cohort. Intensive care medicine 2013;39:1972-80.
378. Dragancea I, Rundgren M, Englund E, Friberg H, Cronberg T. The influence of induced hypothermia and delayed prognostication on the mode of death after cardiac arrest. Resuscitation 2013;84:337-42.
379. Tomte O, Andersen GO, Jacobsen D, Draegni T, Auestad B, Sunde K. Strong and weak aspects of an established post-resuscitation treatment protocol-A five-year observational study. Resuscitation 2011;82:1186-93.
380. Laurent I, Monchi M, Chiche JD, et al. Reversible myocardial dysfunction in survivors of out-of-hospital cardiac arrest. J Am Coll Cardiol 2002;40:2110-6.
381. Ruiz-Bailen M, Aguayo de Hoyos E, Ruiz-Navarro S, et al. Reversible myocardial dysfunction after cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation 2005;66:175-81.
382. Chalkias A, Xanthos T. Pathophysiology and pathogenesis of post-resuscitation myocardial stunning. Heart failure reviews 2012;17:117-28.
383. Adrie C, Monchi M, Laurent I, et al. Coagulopathy after successful cardiopulmonary resuscitation following cardiac arrest: implication of the protein C anticoagulant pathway. J Am Coll Cardiol 2005;46:21-8.
384. Adrie C, Adib-Conquy M, Laurent I, et al. Successful cardiopulmonary resuscitation after cardiac arrest as a "sepsis-like" syndrome. Circulation 2002;106:562-8.
385. Adrie C, Laurent I, Monchi M, Cariou A, Dhainaou JF, Spaulding C. Postresuscitation disease after cardiac arrest: a sepsis-like syndrome? Curr Opin Crit Care 2004;10:208-12.
386. Huet O, Dupic L, Batteux F, et al. Postresuscitation syndrome: potential role of hydroxyl radical-induced endothelial cell damage. Critical care medicine 2011;39:1712-20.
387. Fink K, Schwarz M, Feldbrugge L, et al. Severe endothelial injury and subsequent repair in patients after successful cardiopulmonary resuscitation. Crit Care 2010;14:R104.
388. van Genderen ME, Lima A, Akkerhuis M, Bakker J, van Bommel J. Persistent peripheral and microcirculatory perfusion alterations after out-of-hospital cardiac arrest are associated with poor survival. Critical care medicine 2012;40:2287-94.
389. Bro-Jeppesen J, Kjaergaard J, Wanscher M, et al. Systemic Inflammatory Response and Potential Prognostic Implications After Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Substudy of the Target Temperature Management Trial. Critical care medicine 2015;43:1223-32.
390. Sutherasan Y, Penuelas O, Muriel A, et al. Management and outcome of mechanically ventilated patients after cardiac arrest. Crit Care 2015;19:215.
391. Pilcher J, Weatherall M, Shirtcliffe P, Bellomo R, Young P, Beasley R. The effect of hyperoxia following cardiac arrest - A systematic review and meta-analysis of animal trials. Resuscitation 2012;83:417-22.
392. Wang CH, Chang WT, Huang CH, et al. The effect of hyperoxia on survival following adult cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis of observational studies. Resuscitation 2014;85:1142-8.
393. Stub D, Smith K, Bernard S, et al. Air Versus Oxygen in ST-Segment Elevation Myocardial Infarction. Circulation 2015.
394. Bouzat P, Suys T, Sala N, Oddo M. Effect of moderate hyperventilation and induced hypertension on cerebral tissue oxygenation after cardiac arrest and therapeutic hypothermia. Resuscitation 2013;84:1540-5.
395. Buunk G, van der Hoeven JG, Meinders AE. Cerebrovascular reactivity in comatose patients resuscitated from a cardiac arrest. Stroke 1997;28:1569-73.
396. Buunk G, van der Hoeven JG, Meinders AE. A comparison of near-infrared spectroscopy and jugular bulb oximetry in comatose patients resuscitated from a cardiac arrest. Anaesthesia 1998;53:13-9.
397. Roberts BW, Kilgannon JH, Chansky ME, Mittal N, Wooden J, Trzeciak S. Association between postresuscitation partial pressure of arterial carbon dioxide and neurological outcome in patients with post-cardiac arrest syndrome. Circulation 2013;127:2107-13.
398. Schneider AG, Eastwood GM, Bellomo R, et al. Arterial carbon dioxide tension and outcome in patients admitted to the intensive care unit after cardiac arrest. Resuscitation 2013;84:927-34.
399. Larsen JM, Ravkilde J. Acute coronary angiography in patients resuscitated from out-of-hospital cardiac arrest--a systematic review and meta-analysis. Resuscitation 2012;83:1427-33.
400. Camuglia AC, Randhawa VK, Lavi S, Walters DL. Cardiac catheterization is associated with superior outcomes for survivors of out of hospital cardiac arrest: review and meta-analysis. Resuscitation 2014;85:1533-40.
401. Grasner JT, Meybohm P, Caliebe A, et al. Postresuscitation care with mild therapeutic hypothermia and coronary intervention after out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation: a prospective registry analysis. Crit Care 2011;15:R61.
402. Callaway CW, Schmicker RH, Brown SP, et al. Early coronary angiography and induced hypothermia are associated with survival and functional recovery after out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2014;85:657-63.
403. Dumas F, White L, Stubbs BA, Cariou A, Rea TD. Long-term prognosis following resuscitation from out of hospital cardiac arrest: role of percutaneous coronary intervention and therapeutic hypothermia. J Am Coll Cardiol 2012;60:21-7.
404. Zanuttini D, Armellini I, Nucifora G, et al. Predictive value of electrocardiogram in diagnosing acute coronary artery lesions among patients with out-of-hospital-cardiac-arrest. Resuscitation 2013;84:1250-4.
405. Dumas F, Manzo-Silberman S, Fichet J, et al. Can early cardiac troponin I measurement help to predict recent coronary occlusion in out-of-hospital cardiac arrest survivors? Critical care medicine 2012;40:1777-84.
406. Sideris G, Voicu S, Dillinger JG, et al. Value of post-resuscitation electrocardiogram in the diagnosis of acute myocardial infarction in out-of-hospital cardiac arrest patients. Resuscitation 2011;82:1148-53.
407. Muller D, Schnitzer L, Brandt J, Arntz HR. The accuracy of an out-of-hospital 12-lead ECG for the detection of ST-elevation myocardial infarction immediately after resuscitation. Annals of emergency medicine 2008;52:658-64.
408. Dumas F, Cariou A, Manzo-Silberman S, et al. Immediate percutaneous coronary intervention is associated with better survival after out-of-hospital cardiac arrest: insights from the PROCAT (Parisian Region Out of hospital Cardiac ArreST) registry. Circ Cardiovasc Interv 2010;3:200-7.
409. Radsel P, Knafelj R, Kocjancic S, Noc M. Angiographic characteristics of coronary disease and postresuscitation electrocardiograms in patients with aborted cardiac arrest outside a hospital. The American journal of cardiology 2011;108:634-8.
410. Hollenbeck RD, McPherson JA, Mooney MR, et al. Early cardiac catheterization is associated with improved survival in comatose survivors of cardiac arrest without STEMI. Resuscitation 2014;85:88-95.
411. Redfors B, Ramunddal T, Angeras O, et al. Angiographic findings and survival in patients undergoing coronary angiography due to sudden cardiac arrest in Western Sweden. Resuscitation 2015;90:13-20.
412. Bro-Jeppesen J, Kjaergaard J, Wanscher M, et al. Emergency coronary angiography in comatose cardiac arrest patients: do real-life experiences support the guidelines? European heart journal Acute cardiovascular care 2012;1:291-301.
413. Dankiewicz J, Nielsen N, Annborn M, et al. Survival in patients without acute ST elevation after cardiac arrest and association with early coronary angiography: a post hoc analysis from the TTM trial. Intensive care medicine 2015;41:856-64.
414. Chelly J, Mongardon N, Dumas F, et al. Benefit of an early and systematic imaging procedure after cardiac arrest: insights from the PROCAT (Parisian Region Out of Hospital Cardiac Arrest) registry. Resuscitation 2012;83:1444-50.
415. Bro-Jeppesen J, Annborn M, Hassager C, et al. Hemodynamics and vasopressor support during targeted temperature management at 33 degrees C Versus 36 degrees C after out-of-hospital cardiac arrest: a post hoc study of the target temperature management trial*. Critical care medicine 2015;43:318-27.
416. Chang WT, Ma MH, Chien KL, et al. Postresuscitation myocardial dysfunction: correlated factors and prognostic implications. Intensive care medicine 2007;33:88-95.
417. Dellinger RP, Levy MM, Rhodes A, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock: 2012. Critical care medicine 2013;41:580-637.
418. Pro CI, Yealy DM, Kellum JA, et al. A randomized trial of protocol-based care for early septic shock. The New

England journal of medicine 2014;370:1683-93.

419. *Investigators A, Group ACT, Peake SL, et al. Goal-directed resuscitation for patients with early septic shock. The New England journal of medicine 2014;371:1496-506.*
420. *Mouncey PR, Osborn TM, Power GS, et al. Trial of early, goal-directed resuscitation for septic shock. The New England journal of medicine 2015;372:1301-11.*
421. *Zeiner A, Sunder-Plassmann G, Sterz F, et al. The effect of mild therapeutic hypothermia on renal function after cardiopulmonary resuscitation in men. Resuscitation 2004;60:253-61.*
422. *Lee DS, Green LD, Liu PP, et al. Effectiveness of implantable defibrillators for preventing arrhythmic events and death: a meta-analysis. J Am Coll Cardiol 2003;41:1573-82.*
423. *Vardas PE, Auricchio A, Blanc JJ, et al. Guidelines for cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy: The Task Force for Cardiac Pacing and Cardiac Resynchronization Therapy of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association. European heart journal 2007;28:2256-95.*
424. *Task Force on the management of STseamiotESoC, Steg PG, James SK, et al. ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. European heart journal 2012;33:2569-619.*
425. *Buunk G, van der Hoeven JG, Meinders AE. Cerebral blood flow after cardiac arrest. Neth J Med 2000;57:106-12.*
426. *Angelos MG, Ward KR, Hobson J, Beckley PD. Organ blood flow following cardiac arrest in a swine low-flow cardiopulmonary bypass model. Resuscitation 1994;27:245-54.*
427. *Fischer M, Bottiger BW, Popov-Cenic S, Hossmann KA. Thrombolysis using plasminogen activator and heparin reduces cerebral no-reflow after resuscitation from cardiac arrest: an experimental study in the cat. Intensive care medicine 1996;22:1214-23.*
428. *Sakabe T, Tateishi A, Miyauchi Y, et al. Intracranial pressure following cardiopulmonary resuscitation. Intensive care medicine 1987;13:256-9.*
429. *Morimoto Y, Kemmotsu O, Kitami K, Matsubara I, Tedo I. Acute brain swelling after out-of-hospital cardiac arrest: pathogenesis and outcome. Critical care medicine 1993;21:104-10.*
430. *Nishizawa H, Kudoh I. Cerebral autoregulation is impaired in patients resuscitated after cardiac arrest. Acta Anaesthesiol Scand 1996;40:1149-53.*
431. *Sundgreen C, Larsen FS, Herzog TM, Knudsen GM, Boesgaard S, Aldershvile J. Autoregulation of cerebral blood flow in patients resuscitated from cardiac arrest. Stroke 2001;32:128-32.*
432. *Snyder BD, Hauser WA, Loewenson RB, Leppik IE, Ramirez-Lassepas M, Gumnit RJ. Neurologic prognosis after cardiopulmonary arrest, III: seizure activity. Neurology 1980;30:1292-7.*
433. *Bouwes A, van Poppelen D, Koelman JH, et al. Acute posthypoxic myoclonus after cardiopulmonary resuscitation. BMC Neurol 2012;12:63.*
434. *Seder DB, Sunde K, Rubertsson S, et al. Neurologic outcomes and postresuscitation care of patients with myoclonus following cardiac arrest. Critical care medicine 2015;43:965-72.*
435. *Benbadis SR, Chen S, Melo M. What's shaking in the ICU? The differential diagnosis of seizures in the intensive care setting. Epilepsia 2010;51:2338-40.*
436. *Caviness JN, Brown P. Myoclonus: current concepts and recent advances. Lancet Neurol 2004;3:598-607.*
437. *Ingvar M. Cerebral blood flow and metabolic rate during seizures. Relationship to epileptic brain damage. Annals of the New York Academy of Sciences 1986;462:194-206.*
438. *Thomke F, Weilemann SL. Poor prognosis despite successful treatment of postanoxic generalized myoclonus. Neurology 2010;74:1392-4.*
439. *Mullner M, Sterz F, Binder M, Schreiber W, Deimel A, Laggner AN. Blood glucose concentration after cardiopulmonary resuscitation influences functional neurological recovery in human cardiac arrest survivors. Journal of cerebral blood flow and metabolism : official journal of the International Society of Cerebral Blood Flow and Metabolism 1997;17:430-6.*
440. *Nielsen N, Hovdenes J, Nilsson F, et al. Outcome, timing and adverse events in therapeutic hypothermia after out-of-hospital cardiac arrest. Acta Anaesthesiol Scand 2009;53:926-34.*
441. *Padkin A. Glucose control after cardiac arrest. Resuscitation 2009;80:611-2.*
442. *Takino M, Okada Y. Hyperthermia following cardiopulmonary resuscitation. Intensive care medicine 1991;17:419-20.*
443. *Hickey RW, Kochanek PM, Ferimer H, Alexander HL, Garman RH, Graham SH. Induced hyperthermia exacerbates neurologic neuronal histologic damage after asphyxial cardiac arrest in rats. Critical care medicine 2003;31:531-5.*
444. *Takasu A, Saitoh D, Kaneko N, Sakamoto T, Okada Y. Hyperthermia: is it an ominous sign after cardiac arrest? Resuscitation 2001;49:273-7.*
445. *Zeiner A, Holzer M, Sterz F, et al. Hyperthermia after cardiac arrest is associated with an unfavorable neurologic outcome. Archives of internal medicine 2001;161:2007-12.*
446. *Hickey RW, Kochanek PM, Ferimer H, Graham SH, Safar P. Hypothermia and hyperthermia in children after resuscitation from cardiac arrest. Pediatrics 2000;106(pt 1):118-22.*
447. *Diringer MN, Reaven NL, Funk SE, Uman GC. Elevated body temperature independently contributes to increased length of stay in neurologic intensive care unit patients. Critical care medicine 2004;32:1489-95.*
448. *Gunn AJ, Thoresen M. Hypothermic neuroprotection. NeuroRx 2006;3:154-69.*
449. *Froehler MT, Geocadin RG. Hypothermia for neuroprotection after cardiac arrest: mechanisms, clinical trials and patient care. J Neurol Sci 2007;261:118-26.*
450. *Mild therapeutic hypothermia to improve the neurologic outcome after cardiac arrest. The New England journal of medicine 2002;346:549-56.*
451. *Bernard SA, Gray TW, Buist MD, et al. Treatment of comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest with induced hypothermia. The New England journal of medicine 2002;346:557-63.*
452. *Cronberg T, Lilja G, Horn J, et al. Neurologic Function and Health-Related Quality of Life in Patients Following Targeted Temperature Management at 33 degrees C vs 36 degrees C After Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Randomized Clinical Trial. JAMA Neurol 2015.*
453. *Lilja G, Nielsen N, Friberg H, et al. Cognitive Function in Survivors of Out-of-Hospital Cardiac Arrest After Target Temperature Management at 33 degrees C Versus 36 degrees C. Circulation 2015;131:1340-9.*
454. *Nolan JP, Morley PT, Vanden Hoek TL, Hickey RW. Therapeutic hypothermia after cardiac arrest. An advisory statement by the Advancement Life support Task Force of the International Liaison committee on Resuscitation. Resuscitation 2003;57:231-5.*
455. *Kuboyama K, Safar P, Radovsky A, al e. Delay in cooling negates the beneficial effect of mild resuscitative cerebral hypothermia after cardia arrest in dogs: a prospective, randomized study. Critical care medicine 1993;21:1348-58.*
456. *Colbourne F, Corbett D. Delayed postischemic hypothermia: a six month survival study using behavioral and histological assessments of neuroprotection. J Neurosci 1995;15:7250-60.*
457. *Haugk M, Testori C, Sterz F, et al. Relationship between time to target temperature and outcome in patients treated with therapeutic hypothermia after cardiac arrest. Crit Care 2011;15:R101.*
458. *Benz-Woerner J, Delodder F, Benz R, et al. Body temperature regulation and outcome after cardiac arrest and therapeutic hypothermia. Resuscitation 2012;83:338-42.*
459. *Perman SM, Ellenberg JH, Grossestreuer AV, et al. Shorter time to target temperature is associated with poor neurologic outcome in post-arrest patients treated with targeted temperature management. Resuscitation 2015;88:114-9.*
460. *Kim F, Nichol G, Maynard C, et al. Effect of prehospital induction of mild hypothermia on survival and neurological status among adults with cardiac arrest: a randomized clinical trial. Jama 2014;311:45-52.*
461. *Hoedemaekers CW, Ezzahti M, Gerritsen A, van der Hoeven JG. Comparison of cooling methods to induce and maintain normo- and hypothermia in intensive care unit patients: a prospective intervention study. Crit Care 2007;11:R91.*
462. *Gillies MA, Pratt R, Whiteley C, Borg J, Beale RJ, Tibby SM. Therapeutic hypothermia after cardiac arrest: a retrospective comparison of surface and endovascular cooling techniques. Resuscitation 2010;81:1117-22.*
463. *Bro-Jeppesen J, Hassager C, Wanscher M, et al. Post-hypothermia fever is associated with increased mortality after out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2013;84:1734-40.*
464. *Winters SA, Wolf KH, Kettinger SA, Seif EK, Jones JS, Bacon-Baguley T. Assessment of risk factors for post--rewarming "rebound hyperthermia" in cardiac arrest patients undergoing therapeutic hypothermia. Resuscitation 2013;84:1245-9.*
465. *Arrich J. Clinical application of mild therapeutic hypothermia after cardiac arrest. Critical care medicine 2007;35:1041-7.*
466. *Sandroni C, Cariou A, Cavallaro F, et al. Prognostication in comatose survivors of cardiac arrest: an advisory statement from the European Resuscitation Council and the European Society of Intensive Care Medicine. Resuscitation 2014;85:1779-89.*
467. *Stiell IG, Nichol G, Leroux BG, et al. Early versus later rhythm analysis in patients with out-of-hospital cardiac arrest. The New England journal of medicine 2011;365:787-97.*
468. *Laver S, Farrow C, Turner D, Nolan J. Mode of death after admission to an intensive care unit following cardiac arrest. Intensive care medicine 2004;30:2126-8.*
469. *Sandroni C, Cavallaro F, Callaway CW, et al. Predictors of poor neurological outcome in adult comatose survivors of cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. Part 2: Patients treated with therapeutic hypothermia. Resuscitation 2013;84:1324-38.*
470. *Sandroni C, Cavallaro F, Callaway CW, et al. Predictors of poor neurological outcome in adult comatose survivors of cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. Part 1: patients not treated with therapeutic hypothermia. Resuscitation 2013;84:1310-23.*
471. *Geocadin RG, Peberdy MA, Lazar RM. Poor survival after cardiac arrest resuscitation: a self-fulfilling prophecy or biologic destiny? Critical care medicine 2012;40:979-80.*
472. *Samaniego EA, Mlynash M, Caulfield AF, Eyngorn I, Wijman CA. Sedation confounds outcome prediction in cardiac arrest survivors treated with hypothermia. Neurocrit Care 2011;15:113-9.*
473. *Sharshar T, Citerio G, Andrews PJ, et al. Neurological examination of critically ill patients: a pragmatic approach. Report of an ESICM expert panel. Intensive care medicine 2014;40:484-95.*
474. *Jorgensen EO, Holm S. The natural course of neurological recovery following cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation 1998;36:111-22.*
475. *Wijdicks EFY, G. B. Myoclonus status in comatose patients after cardiac arrest. Lancet 1994;343:1642-3.*
476. *Cronberg T, Brizzi M, Liedholm LJ, et al. Neurological prognostication after cardiac arrest--recommendations from the Swedish Resuscitation Council. Resuscitation 2013;84:867-72.*
477. *Taccone FS, Cronberg T, Friberg H, et al. How to assess prognosis after cardiac arrest and therapeutic hypothermia. Crit Care 2014;18:202.*
478. *Greer DM, Yang J, Scripko PD, et al. Clinical examination for prognostication in comatose cardiac arrest patients. Resuscitation 2013;84:1546-51.*
479. *Dragancea I, Horn J, Kuiper M, et al. Neurological prognostication after cardiac arrest and targeted temperature management 33 degrees C versus 36 degrees C: Results from a randomised controlled clinical trial. Resuscitation 2015.*
480. *Stammet P, Collignon O, Hassager C, et al. Neuron-Specific Enolase as a Predictor of Death or Poor Neurological Outcome After Out-of-Hospital Cardiac Arrest and Targeted Temperature Management at 33 degrees C and 36 degrees C. J Am Coll Cardiol 2015;65:2104-14.*
481. *Rossetti AO, Oddo M, Logroscino G, Kaplan PW. Prognostication after cardiac arrest and hypothermia: a prospective study. Ann Neurol 2010;67:301-7.*
482. *Stammet P, Wagner DR, Gilson G, Devaux Y. Modeling serum level of s100beta and bispectral index to predict outcome after cardiac arrest. J Am Coll Cardiol 2013;62:851-8.*
483. *Oddo M, Rossetti AO. Early multimodal outcome prediction after cardiac arrest in patients treated with hypothermia. Critical care medicine 2014;42:1340-7.*
484. *Lee BK, Jeung KW, Lee HY, Jung YH, Lee DH. Combining brain computed tomography and serum neuron specific enolase improves the prognostic performance compared to either alone in comatose cardiac arrest survivors treated with therapeutic hypothermia. Resuscitation 2013;84:1387-92.*
485. *Rittenberger JC, Popescu A, Brenner RP, Guyette FX, Callaway CW. Frequency and timing of nonconvulsive status epilepticus in comatose post-cardiac arrest subjects treated with hypothermia. Neurocrit Care 2012;16:114-22.*
486. *Greer DM. Unexpected good recovery in a comatose post-cardiac arrest patient with poor prognostic features. Resuscitation 2013;84:e81-2.*
487. *Al Thenayan E, Savard M, Sharpe M, Norton L, Young B. Predictors of poor neurologic outcome after induced mild hypothermia following cardiac arrest. Neurology 2008;71:1535-7.*
488. *Cronberg T, Rundgren M, Westhall E, et al. Neuron-specific enolase correlates with other prognostic markers after cardiac arrest. Neurology 2011;77:623-30.*
489. *Grossestreuer AV, Abella BS, Leary M, et al. Time to awakening and neurologic outcome in therapeutic hypo-*

thermia-treated cardiac arrest patients. Resuscitation 2013;84:1741-6.
490. Gold B, Puertas L, Davis SP, et al. Awakening after cardiac arrest and post resuscitation hypothermia: are we pulling the plug too early? Resuscitation 2014;85:211-4.
491. Krumnikl JJ, Bottiger BW, Strittmatter HJ, Motsch J. Complete recovery after 2 h of cardiopulmonary resuscitation following high-dose prostaglandin treatment for atonic uterine haemorrhage. Acta Anaesthesiol Scand 2002;46:1168-70.
492. Moulaert VRMP, Verbunt JA, van Heugten CM, Wade DT. Cognitive impairments in survivors of out-of-hospital cardiac arrest: A systematic review. Resuscitation 2009;80:297-305.
493. Wilder Schaaf KP, Artman LK, Peberdy MA, et al. Anxiety, depression, and PTSD following cardiac arrest: a systematic review of the literature. Resuscitation 2013;84:873-7.
494. Wachelder EM, Moulaert VR, van Heugten C, Verbunt JA, Bekkers SC, Wade DT. Life after survival: long-term daily functioning and quality of life after an out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2009;80:517-22.
495. Cronberg T, Lilja G, Rundgren M, Friberg H, Widner H. Long-term neurological outcome after cardiac arrest and therapeutic hypothermia. Resuscitation 2009;80:1119-23.
496. Torgersen J, Strand K, Bjelland TW, et al. Cognitive dysfunction and health-related quality of life after a cardiac arrest and therapeutic hypothermia. Acta Anaesthesiol Scand 2010;54:721-8.
497. Cobbe SM, Dalziel K, Ford I, Marsden AK. Survival of 1476 patients initially resuscitated from out of hospital cardiac arrest. Bmj 1996;312:1633-7.
498. Lundgren-Nilsson A, Rosen H, Hofgren C, Sunnerhagen KS. The first year after successful cardiac resuscitation: function, activity, participation and quality of life. Resuscitation 2005;66:285-9.
499. Moulaert VR, Wachelder EM, Verbunt JA, Wade DT, van Heugten CM. Determinants of quality of life in survivors of cardiac arrest. J Rehabil Med 2010;42:553-8.
500. Sandroni C, Adrie C, Cavallaro F, et al. Are patients brain-dead after successful resuscitation from cardiac arrest suitable as organ donors? A systematic review. Resuscitation 2010;81:1609-14.
501. Ranthe MF, Winkel BG, Andersen EW, et al. Risk of cardiovascular disease in family members of young sudden cardiac death victims. European heart journal 2013;34:503-11.
502. Engdahl J, Abrahamsson P, Bang A, Lindqvist J, Karlsson T, Herlitz J. Is hospital care of major importance for outcome after out-of-hospital cardiac arrest? Experience acquired from patients with out-of-hospital cardiac arrest resuscitated by the same Emergency Medical Service and admitted to one of two hospitals over a 16-year period in the municipality of Goteborg. Resuscitation 2000;43:201-11.
503. Liu JM, Yang Q, Pirrallo RG, Klein JP, Aufderheide TP. Hospital variability of out-of-hospital cardiac arrest survival. Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors 2008;12:339-46.
504. Carr BG, Kahn JM, Merchant RM, Kramer AA, Neumar RW. Inter-hospital variability in post-cardiac arrest mortality. Resuscitation 2009;80:30-4.
505. Herlitz J, Engdahl J, Svensson L, Angquist KA, Silfverstolpe J, Holmberg S. Major differences in 1-month survival between hospitals in Sweden among initial survivors of out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2006;70:404-9.
506. Keenan SP, Dodek P, Martin C, Priestap F, Norena M, Wong H. Variation in length of intensive care unit stay after cardiac arrest: where you are is as important as who you are. Critical care medicine 2007;35:836-41.
507. Callaway CW, Schmicker R, Kampmeyer M, et al. Receiving hospital characteristics associated with survival after out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2010;81:524-9.
508. Stub D, Smith K, Bray JE, Bernard S, Duffy SJ, Kaye DM. Hospital characteristics are associated with patient outcomes following out-of-hospital cardiac arrest. Heart 2011;97:1489-94.
509. Marsch S, Tschan F, Semmer NK, Zobrist R, Hunziker PR, Hunziker S. ABC versus CAB for cardiopulmonary resuscitation: a prospective, randomized simulator-based trial. Swiss medical weekly 2013;143:w13856.
510. Lubrano R, Cecchetti C, Bellelli E, et al. Comparison of times of intervention during pediatric CPR maneuvers using ABC and CAB sequences: a randomized trial. Resuscitation 2012;83:1473-7.
511. Sekiguchi H, Kondo Y, Kukita I. Verification of changes in the time taken to initiate chest compressions according to modified basic life support guidelines. Am J Emerg Med 2013;31:1248-50.
512. Maconochie I, de Caen A, Aickin R, et al. Part 6: Pediatric Basic Life Support and Pediatric Advanced Life Support 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Resuscitation 2015.
513. Sutton RM, French B, Niles DE, et al. 2010 American Heart Association recommended compression depths during pediatric in-hospital resuscitations are associated with survival. Resuscitation 2014;85:1179-84.
514. Biarent D, Bingham R, Richmond S, et al. European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Section 6. Paediatric life support. Resuscitation 2005;67 Suppl 1:597-133.
515. Kuisma M, Suominen P, Korpela R. Paediatric out-of-hospital cardiac arrests: epidemiology and outcome. Resuscitation 1995;30:141-50.
516. Sirbaugh PE, Pepe PE, Shook JE, et al. A prospective, population-based study of the demographics, epidemiology, management, and outcome of out-of-hospital pediatric cardiopulmonary arrest. Annals of emergency medicine 1999;33:174-84.
517. Hickey RW, Cohen DM, Strausbaugh S, Dietrich AM. Pediatric patients requiring CPR in the prehospital setting. Annals of emergency medicine 1995;25:495-501.
518. Young KD, Seidel JS. Pediatric cardiopulmonary resuscitation: a collective review. Annals of emergency medicine 1999;33:195-205.
519. Reis AG, Nadkarni V, Perondi MB, Grisi S, Berg RA. A prospective investigation into the epidemiology of in-hospital pediatric cardiopulmonary resuscitation using the international Utstein reporting style. Pediatrics 2002;109:200-9.
520. Young KD, Gausche-Hill M, McClung CD, Lewis RJ. A prospective, population-based study of the epidemiology and outcome of out-of-hospital pediatric cardiopulmonary arrest. Pediatrics 2004;114:157-64.
521. Rajan S, Wissenberg M, Folke F, et al. Out-of-hospital cardiac arrests in children and adolescents: incidences, outcomes, and household socioeconomic status. Resuscitation 2015;88:12-9.
522. Gupta P, Tang X, Gall CM, Lauer C, Rice TB, Wetzel RC. Epidemiology and outcomes of in-hospital cardiac arrest in critically ill children across hospitals of varied center volume: A multi-center analysis. Resuscitation 2014;85:1473-9.
523. Nishiuchi T, Hayashino Y, Iwami T, et al. Epidemiological characteristics of sudden cardiac arrest in schools. Resuscitation 2014;85:1001-6.
524. Pilmer CM, Kirsh JA, Hildebrandt D, Krahn AD, Gow RM. Sudden cardiac death in children and adolescents between 1 and 19 years of age. Heart Rhythm 2014;11:239-45.
525. Moler FW, Donaldson AE, Meert K, et al. Multicenter cohort study of out-of-hospital pediatric cardiac arrest. Critical care medicine 2011;39:141-9.
526. Tibballs J, Kinney S. Reduction of hospital mortality and of preventable cardiac arrest and death on introduction of a pediatric medical emergency team. Pediatric critical care medicine : a journal of the Society of Critical Care Medicine and the World Federation of Pediatric Intensive and Critical Care Societies 2009;10:306-12.
527. Chan PS, Jain R, Nallmothu BK, Berg RA, Sasson C. Rapid Response Teams: A Systematic Review and Meta-analysis. Archives of internal medicine 2010;170:18-26.
528. Bonafide CP, Localio AR, Song L, et al. Cost-benefit analysis of a medical emergency team in a children's hospital. Pediatrics 2014;134:235-41.
529. Hayes LW, Dobyns EL, DiGiovine B, et al. A multicenter collaborative approach to reducing pediatric codes outside the ICU. Pediatrics 2012;129:e785-91.
530. Chaiyakulsil C, Pandee U. Validation of pediatric early warning score in pediatric emergency department. Pediatr Int 2015.
531. Randhawa S, Roberts-Turner R, Woronick K, DuVal J. Implementing and sustaining evidence-based nursing practice to reduce pediatric cardiopulmonary arrest. West J Nurs Res 2011;33:443-56.
532. Fleming S, Thompson M, Stevens R, et al. Normal ranges of heart rate and respiratory rate in children from birth to 18 years of age: a systematic review of observational studies. Lancet 2011;377:1011-8.
533. Carcillo JA. Pediatric septic shock and multiple organ failure. Crit Care Clin 2003;19:413-40, viii.
534. Tsung JW, Blaivas M. Feasibility of correlating the pulse check with focused point-of-care echocardiography during pediatric cardiac arrest: a case series. Resuscitation 2008;77:264-9.
535. Inagawa G, Morimura N, Miwa T, Okuda K, Hirata M, Hiroki K. A comparison of five techniques for detecting cardiac activity in infants. Paediatr Anaesth 2003;13:141-6.
536. Frederick K, Bixby E, Orzel MN, Stewart-Brown S, Willett K. Will changing the emphasis from 'pulseless' to 'no signs of circulation' improve the recall scores for effective life support skills in children? Resuscitation 2002;55:255-61.
537. Maitland K, Kiguli S, Opoka RO, et al. Mortality after fluid bolus in African children with severe infection. The New England journal of medicine 2011;364:2483-95.
538. Maitland K, George EC, Evans JA, et al. Exploring mechanisms of excess mortality with early fluid resuscitation: insights from the FEAST trial. BMC medicine 2013;11:68.
539. Kelm DJ, Perrin JT, Cartin-Ceba R, Gajic O, Schenck L, Kennedy CC. Fluid overload in patients with severe sepsis and septic shock treated with early goal-directed therapy is associated with increased acute need for fluid-related medical interventions and hospital death. Shock 2015;43:68-73.
540. Dung NM, Day NP, Tam DT, et al. Fluid replacement in dengue shock syndrome: a randomized, double-blind comparison of four intravenous-fluid regimens. Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America 1999;29:787-94.
541. Ngo NT, Cao XT, Kneen R, et al. Acute management of dengue shock syndrome: a randomized double-blind comparison of 4 intravenous fluid regimens in the first hour. Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America 2001;32:204-13.
542. Wills BA, Nguyen MD, Ha TL, et al. Comparison of three fluid solutions for resuscitation in dengue shock syndrome. The New England journal of medicine 2005;353:877-89.
543. Upadhyay M, Singhi S, Murlidharan J, Kaur N, Majumdar S. Randomized evaluation of fluid resuscitation with crystalloid (saline) and colloid (polymer from degraded gelatin in saline) in pediatric septic shock. Indian Pediatr 2005;42:223-31.
544. Santhanam I, Sangareddi S, Venkataraman S, Kissoon N, Thiruvengadamudayan V, Kasthuri RK. A prospective randomized controlled study of two fluid regimens in the initial management of septic shock in the emergency department. Pediatric emergency care 2008;24:647-55.
545. Carcillo JA, Davis AL, Zaritsky A. Role of early fluid resuscitation in pediatric septic shock. Jama 1991;266:1242-5.
546. Rechner JA, Loach VJ, Ali MT, Barber VS, Young JD, Mason DG. A comparison of the laryngeal mask airway with facemask and oropharyngeal airway for manual ventilation by critical care nurses in children. Anaesthesia 2007;62:790-5.
547. Blevin AE, McDouall SF, Rechner JA, et al. A comparison of the laryngeal mask airway with the facemask and oropharyngeal airway for manual ventilation by first responders in children. Anaesthesia 2009;64:1312-6.
548. Hedges JR, Mann NC, Meischke H, Robbins M, Goldberg R, Zapka J. Assessment of chest pain onset and out-of-hospital delay using standardized interview questions: the REACT Pilot Study. Rapid Early Action for Coronary Treatment (REACT) Study Group. Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine 1998;5:773-80.
549. Wang HE, Kupas DF, Paris PM, Bates RR, Costantino JP, Yealy DM. Multivariate predictors of failed prehospital endotracheal intubation. Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine 2003;10:717-24.
550. Pepe P, Zachariah B, Chandra N. Invasive airway technique in resuscitation. Annals of emergency medicine 1991;22:393-403.
551. Deakers TW, Reynolds G, Stretton M, Newth CJ. Cuffed endotracheal tubes in pediatric intensive care. The Journal of pediatrics 1994;125:57-62.
552. Newth CJ, Rachman B, Patel N, Hammer J. The use of cuffed versus uncuffed endotracheal tubes in pediatric intensive care. The Journal of pediatrics 2004;144:333-7.
553. Mhanna MJ, Zamel YB, Tichy CM, Super DM. The "air leak" test around the endotracheal tube, as a predictor of postextubation stridor, is age dependent in children. Critical care medicine 2002;30:2639-43.
554. Katz SH, Falk JL. Misplaced endotracheal tubes by paramedics in an urban emergency medical services system. Annals of emergency medicine 2001;37:32-7.
555. Gausche M, Lewis RJ, Stratton SJ, et al. Effect of out-of-hospital pediatric endotracheal intubation on survival and neurological outcome: a controlled clinical trial. Jama 2000;283:783-90.
556. Hartrey R, Kestin IG. Movement of oral and nasal tracheal tubes as a result of changes in head and neck position. Anaesthesia 1995;50:682-7.
557. Van de Louw A, Cracco C, Cerf C, et al. Accuracy of pulse oximetry in the intensive care unit. Intensive care medicine 2001;27:1606-13.
558. Seguin P, Le Rouzo A, Tanguy M, Guillou YM, Feuillu A, Malledant Y. Evidence for the need of bedside accura-

cy of pulse oximetry in an intensive care unit. Critical care medicine 2000;28:703-6.

559. *Del Castillo J, Lopez-Herce J, Matamoros M, et al. Hyperoxia, hypocapnia and hypercapnia as outcome factors after cardiac arrest in children. Resuscitation 2012;83:1456-61.*
560. *Stockinger ZT, McSwain NE, Jr. Prehospital endotracheal intubation for trauma does not improve survival over bag-valve-mask ventilation. The Journal of trauma 2004;56:531-6.*
561. *Pitetti R, Glustein JZ, Bhende MS. Prehospital care and outcome of pediatric out-of-hospital cardiac arrest. Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors 2002;6:283-90.*
562. *Bhende MS, Thompson AE, Orr RA. Utility of an end-tidal carbon dioxide detector during stabilization and transport of critically ill children. Pediatrics 1992;89(pt 1):1042-4.*
563. *Bhende MS, LaCovey DC. End-tidal carbon dioxide monitoring in the prehospital setting. Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors 2001;5:208-13.*
564. *Ornato JP, Shipley JB, Racht EM, et al. Multicenter study of a portable, hand-size, colorimetric end-tidal carbon dioxide detection device. Annals of emergency medicine 1992;21:518-23.*
565. *Gonzalez del Rey JA, Poirier MP, Digiulio GA. Evaluation of an ambu-bag valve with a self-contained, colorimetric end-tidal CO2 system in the detection of airway mishaps: an animal trial. Pediatric emergency care 2000;16:121-3.*
566. *Bhende MS, Karasic DG, Karasic RB. End-tidal carbon dioxide changes during cardiopulmonary resuscitation after experimental asphyxial cardiac arrest. Am J Emerg Med 1996;14:349-50.*
567. *DeBehnke DJ, Hilander SJ, Dobler DW, Wickman LL, Swart GL. The hemodynamic and arterial blood gas response to asphyxiation: a canine model of pulseless electrical activity. Resuscitation 1995;30:169-75.*
568. *Ornato JP, Garnett AR, Glauser FL. Relationship between cardiac output and the end-tidal carbon dioxide tension. Annals of emergency medicine 1990;19:1104-6.*
569. *Kanter RK, Zimmerman JJ, Strauss RH, Stoeckel KA. Pediatric emergency intravenous access. Evaluation of a protocol. Am J Dis Child 1986;140:132-4.*
570. *Anson JA. Vascular access in resuscitation: is there a role for the intraosseous route? Anesthesiology 2014;120:1015-31.*
571. *Neuhaus D, Weiss M, Engelhardt T, et al. Semi-elective intraosseous infusion after failed intravenous access in pediatric anesthesia. Paediatr Anaesth 2010;20:168-71.*
572. *Cameron JL, Fontanarosa PB, Passalaqua AM. A comparative study of peripheral to central circulation delivery times between intraosseous and intravenous injection using a radionuclide technique in normovolemic and hypovolemic canines. The Journal of emergency medicine 1989;7:123-7.*
573. *Warren DW, Kissoon N, Sommerauer JF, Rieder MJ. Comparison of fluid infusion rates among peripheral intravenous and humerus, femur, malleolus, and tibial intraosseous sites in normovolemic and hypovolemic piglets. Annals of emergency medicine 1993;22:183-6.*
574. *Buck ML, Wiggins BS, Sesler JM. Intraosseous drug administration in children and adults during cardiopulmonary resuscitation. Ann Pharmacother 2007;41:1679-86.*
575. *Brickman KR, Krupp K, Rega P, Alexander J, Guinness M. Typing and screening of blood from intraosseous access. Annals of emergency medicine 1992;21:414-7.*
576. *Johnson L, Kissoon N, Fiallos M, Abdelmoneim T, Murphy S. Use of intraosseous blood to assess blood chemistries and hemoglobin during cardiopulmonary resuscitation with drug infusions. Critical care medicine 1999;27:1147-52.*
577. *Ummenhofer W, Frei FJ, Urwyler A, Drewe J. Are laboratory values in bone marrow aspirate predictable for venous blood in paediatric patients? Resuscitation 1994;27:123-8.*
578. *Ong ME, Chan YH, Oh JJ, Ngo AS. An observational, prospective study comparing tibial and humeral intraosseous access using the EZ-IO. Am J Emerg Med 2009;27:8-15.*
579. *Kleinman ME, Oh W, Stonestreet BS. Comparison of intravenous and endotracheal epinephrine during cardiopulmonary resuscitation in newborn piglets. Critical care medicine 1999;27:2748-54.*
580. *Perel P, Roberts I, Ker K. Colloids versus crystalloids for fluid resuscitation in critically ill patients. The Cochrane database of systematic reviews 2013;2:CD000567.*
581. *Myburgh J, Cooper DJ, Finfer S, et al. Saline or albumin for fluid resuscitation in patients with traumatic brain injury. The New England journal of medicine 2007;357:874-84.*
582. *Dellinger RP, Levy MM, Rhodes A, et al. Surviving Sepsis Campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock, 2012. Intensive care medicine 2013;39:165-228.*
583. *Levy B, Perez P, Perny J, Thivilier C, Gerard A. Comparison of norepinephrine-dobutamine to epinephrine for hemodynamics, lactate metabolism, and organ function variables in cardiogenic shock. A prospective, randomized pilot study. Critical care medicine 2011;39:450-5.*
584. *Burdett E, Dushianthan A, Bennett-Guerrero E, et al. Perioperative buffered versus non-buffered fluid administration for surgery in adults. The Cochrane database of systematic reviews 2012;12:CD004089.*
585. *Shaw AD, Raghunathan K, Peyerl FW, Munson SH, Paluszkiewicz SM, Schermer CR. Association between intravenous chloride load during resuscitation and in-hospital mortality among patients with SIRS. Intensive care medicine 2014;40:1897-905.*
586. *Yunos NM, Bellomo R, Bailey M. Chloride-restrictive fluid administration and incidence of acute kidney injury--reply. Jama 2013;309:543-4.*
587. *Yunos NM, Bellomo R, Hegarty C, Story D, Ho L, Bailey M. Association between a chloride-liberal vs chloride-restrictive intravenous fluid administration strategy and kidney injury in critically ill adults. Jama 2012;308:1566-72.*
588. *Elmer J, Wilcox SR, Raja AS. Massive transfusion in traumatic shock. The Journal of emergency medicine 2013;44:829-38.*
589. *Kua JP, Ong GY, Ng KC. Physiologically-guided Balanced Resuscitation: An Evidence-based Approach for Acute Fluid Management in Paediatric Major Trauma. Ann Acad Med Singapore 2014;43:595-604.*
590. *Patterson MD, Boenning DA, Klein BL, et al. The use of high-dose epinephrine for patients with out--of-hospital cardiopulmonary arrest refractory to prehospital interventions. Pediatric emergency care 2005;21:227-37.*
591. *Perondi MB, Reis AG, Paiva EF, Nadkarni VM, Berg RA. A comparison of high-dose and standard-dose epinephrine in children with cardiac arrest. The New England journal of medicine 2004;350:1722-30.*
592. *Carpenter TC, Stenmark KR. High-dose epinephrine is not superior to standard-dose epinephrine in pediatric in-hospital cardiopulmonary arrest. Pediatrics 1997;99:403-8.*
593. *Dieckmann RA, Vardis R. High-dose epinephrine in pediatric out-of-hospital cardiopulmonary arrest. Pediatrics 1995;95:901-13.*
594. *Enright K, Turner C, Roberts P, Cheng N, Browne G. Primary cardiac arrest following sport or exertion in children presenting to an emergency department: chest compressions and early defibrillation can save lives, but is intravenous epinephrine always appropriate? Pediatric emergency care 2012;28:336-9.*
595. *Saharan S, Balaji S. Cardiovascular collapse during amiodarone infusion in a hemodynamically compromised child with refractory supraventricular tachycardia. Ann Pediatr Cardiol 2015;8:50-2.*
596. *Brady WJ, Swart G, DeBehnke DJ, Ma OJ, Aufderheide TP. The efficacy of atropine in the treatment of hemodynamically unstable bradycardia and atrioventricular block: prehospital and emergency department considerations. Resuscitation 1999;41:47-55.*
597. *Smith I, Monk TG, White PF. Comparison of transesophageal atrial pacing with anticholinergic drugs for the treatment of intraoperative bradycardia. Anesthesia and analgesia 1994;78:245-52.*
598. *Chadda KD, Lichstein E, Gupta PK, Kourtesis P. Effects of atropine in patients with bradyarrhythmia complicating myocardial infarction: usefulness of an optimum dose for overdrive. The American journal of medicine 1977;63:503-10.*
599. *van Walraven C, Stiell IG, Wells GA, Hebert PC, Vandemheen K. Do advanced cardiac life support drugs increase resuscitation rates from in-hospital cardiac arrest? The OTAC Study Group. Annals of emergency medicine 1998;32:544-53.*
600. *Gupta P, Tomar M, Radhakrishnan S, Shrivastava S. Hypocalcemic cardiomyopathy presenting as cardiogenic shock. Ann Pediatr Cardiol 2011;4:152-5.*
601. *Kette F, Ghuman J, Parr M. Calcium administration during cardiac arrest: a systematic review. European journal of emergency medicine : official journal of the European Society for Emergency Medicine 2013;20:72-8.*
602. *Dias CR, Leite HP, Nogueira PC, Brunow de Carvalho W. Ionized hypocalcemia is an early event and is associated with organ dysfunction in children admitted to the intensive care unit. J Crit Care 2013;28:810-5.*
603. *Krinsley JS. Effect of an intensive glucose management protocol on the mortality of critically ill adult patients. Mayo Clin Proc 2004;79:992-1000.*
604. *Salter N, Quin G, Tracy E. Cardiac arrest in infancy: don't forget glucose! Emergency medicine journal : EMJ 2010;27:720-1.*
605. *Topjian AA, Berg RA, Bierens JJ, et al. Brain resuscitation in the drowning victim. Neurocrit Care 2012;17:441-67.*
606. *Allegra J, Lavery R, Cody R, et al. Magnesium sulfate in the treatment of refractory ventricular fibrillation in the prehospital setting. Resuscitation 2001;49:245-9.*
607. *Reis AG, Ferreira de Paiva E, Schvartsman C, Zaritsky AL. Magnesium in cardiopulmonary resuscitation: critical review. Resuscitation 2008;77:21-5.*
608. *Tzivoni D, Banai S, Schuger C, et al. Treatment of torsade de pointes with magnesium sulfate. Circulation 1988;77:392-7.*
609. *Bar-Joseph G, Abramson NS, Kelsey SF, Mashiach T, Craig MT, Safar P. Improved resuscitation outcome in emergency medical systems with increased usage of sodium bicarbonate during cardiopulmonary resuscitation. Acta Anaesthesiol Scand 2005;49:6-15.*
610. *Weng YM, Wu SH, Li WC, Kuo CW, Chen SY, Chen JC. The effects of sodium bicarbonate during prolonged cardiopulmonary resuscitation. Am J Emerg Med 2013;31:562-5.*
611. *Raymond TT, Stromberg D, Stigall W, Burton G, Zaritsky A, American Heart Association's Get With The Guidelines-Resuscitation I. Sodium bicarbonate use during in-hospital pediatric pulseless cardiac arrest - a report from the American Heart Association Get With The Guidelines((R))-Resuscitation. Resuscitation 2015;89:106-13.*
612. *Duncan JM, Meaney P, Simpson P, Berg RA, Nadkarni V, Schexnayder S. Vasopressin for in-hospital pediatric cardiac arrest: results from the American Heart Association National Registry of Cardiopulmonary Resuscitation. Pediatric critical care medicine : a journal of the Society of Critical Care Medicine and the World Federation of Pediatric Intensive and Critical Care Societies 2009;10:191-5.*
613. *Mukoyama T, Kinoshita K, Nagao K, Tanjoh K. Reduced effectiveness of vasopressin in repeated doses for patients undergoing prolonged cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation 2009;80:755-61.*
614. *Matok I, Vardi A, Augarten A, et al. Beneficial effects of terlipressin in prolonged pediatric cardiopulmonary resuscitation: a case series. Critical care medicine 2007;35:1161-4.*
615. *Mentzelopoulos SD, Malachias S, Chamos C, et al. Vasopressin, steroids, and epinephrine and neurologically favorable survival after in-hospital cardiac arrest: a randomized clinical trial. Jama 2013;310:270-9.*
616. *Daley MJ, Lat I, Mieure KD, Jennings HR, Hall JB, Kress JP. A comparison of initial monotherapy with norepinephrine versus vasopressin for resuscitation in septic shock. Ann Pharmacother 2013;47:301-10.*
617. *Atkins DL, Sirna S, Kieso R, Charbonnier F, Kerber RE. Pediatric defibrillation: importance of paddle size in determining transthoracic impedance. Pediatrics 1988;82:914-8.*
618. *Atkins DL, Kerber RE. Pediatric defibrillation: current flow is improved by using "adult" electrode paddles. Pediatrics 1994;94:90-3.*
619. *Gurnett CA, Atkins DL. Successful use of a biphasic waveform automated external defibrillator in a high-risk child. The American journal of cardiology 2000;86:1051-3.*
620. *Rossano J, Quan L, Schiff M, MA K, DL A. Survival is not correlated with defibrillation dosing in pediatric out-of-hospital ventricular fibrillation. Circulation 2003;108:IV-320-1.*
621. *Atkinson E, Mikysa B, Conway JA, et al. Specificity and sensitivity of automated external defibrillator rhythm analysis in infants and children. Annals of emergency medicine 2003;42:185-96.*
622. *Cecchin F, Jorgenson DB, Berul CI, et al. Is arrhythmia detection by automatic external defibrillator accurate for children? Sensitivity and specificity of an automatic external defibrillator algorithm in 696 pediatric arrhythmias. Circulation 2001;103:2483-8.*
623. *Atkins DL, Hartley LL, York DK. Accurate recognition and effective treatment of ventricular fibrillation by automated external defibrillators in adolescents. Pediatrics 1998;101:393-7.*
624. *Samson R, Berg R, Bingham R, Pediatric Advanced Life Support Task Force ILCoR. Use of automated external defibrillators for children: an update. An advisory statement from the Pediatric Advanced Life Support Task Force, International Liaison Committee on Resuscitation. Resuscitation 2003;57:237-43.*
625. *Berg RA, Samson RA, Berg MD, et al. Better outcome after pediatric defibrillation dosage than adult dosage in a swine model of pediatric ventricular fibrillation. J Am Coll Cardiol 2005;45:786-9.*
626. *Herlitz J, Engdahl J, Svensson L, Young M, Angquist KA, Holmberg S. Characteristics and outcome among*

children suffering from out of hospital cardiac arrest in Sweden. Resuscitation 2005;64:37-40.

627. *Bray JE, Di Palma S, Jacobs I, Straney L, Finn J. Trends in the incidence of presumed cardiac out-of-hospital cardiac arrest in Perth, Western Australia, 1997-2010. Resuscitation 2014;85:757-61.*
628. *Mitani Y, Ohta K, Ichida F, et al. Circumstances and outcomes of out-of-hospital cardiac arrest in elementary and middle school students in the era of public-access defibrillation. Circulation journal : official journal of the Japanese Circulation Society 2014;78:701-7.*
629. *Lin YR, Wu HP, Chen WL, et al. Predictors of survival and neurologic outcomes in children with traumatic out--of-hospital cardiac arrest during the early postresuscitative period. J Trauma Acute Care Surg 2013;75:439-47.*
630. *Zeng J, Qian S, Zheng M, Wang Y, Zhou G, Wang H. The epidemiology and resuscitation effects of cardiopulmonary arrest among hospitalized children and adolescents in Beijing: an observational study. Resuscitation 2013;84:1685-90.*
631. *Cheung W, Middleton P, Davies S, Tummala S, Thanakrishnan G, Gullick J. A comparison of survival following out-of-hospital cardiac arrest in Sydney, Australia, between 2004-2005 and 2009-2010. Crit Care Resusc 2013;15:241-6.*
632. *Nitta M, Kitamura T, Iwami T, et al. Out-of-hospital cardiac arrest due to drowning among children and adults from the Utstein Osaka Project. Resuscitation 2013;84:1568-73.*
633. *De Maio VJ, Osmond MH, Stiell IG, et al. Epidemiology of out-of hospital pediatric cardiac arrest due to trauma. Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors 2012;16:230-6.*
634. *Deasy C, Bray J, Smith K, et al. Paediatric traumatic out-of-hospital cardiac arrests in Melbourne, Australia. Resuscitation 2012;83:471-5.*
635. *Samson RA, Nadkarni VM, Meaney PA, Carey SM, Berg MD, Berg RA. Outcomes of in-hospital ventricular fibrillation in children. The New England journal of medicine 2006;354:2328-39.*
636. *Cummins RO, Graves JR, Larsen MP, et al. Out-of-hospital transcutaneous pacing by emergency medical technicians in patients with asystolic cardiac arrest. The New England journal of medicine 1993;328:1377-82.*
637. *Benson D, Jr., Smith W, Dunnigan A, Sterba R, Gallagher J. Mechanisms of regular wide QRS tachycardia in infants and children. The American journal of cardiology 1982;49:1778-88.*
638. *Lopez-Herce Cid J, Dominguez Sampedro P, Rodriguez Nunez A, et al. [Cardiorespiratory arrest in children with trauma]. An Pediatr (Barc) 2006;65:439-47.*
639. *Perron AD, Sing RF, Branas CC, Huynh T. Predicting survival in pediatric trauma patients receiving cardiopulmonary resuscitation in the prehospital setting. Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors 2001;5:6-9.*
640. *Brindis SL, Gausche-Hill M, Young KD, Putnam B. Universally poor outcomes of pediatric traumatic arrest: a prospective case series and review of the literature. Pediatric emergency care 2011;27:616-21.*
641. *Murphy JT, Jaiswal K, Sabella J, Vinson L, Megison S, Maxson RT. Prehospital cardiopulmonary resuscitation in the pediatric trauma patient. J Pediatr Surg 2010;45:1413-9.*
642. *Widdel L, Winston KR. Prognosis for children in cardiac arrest shortly after blunt cranial trauma. The Journal of trauma 2010;69:783-8.*
643. *Duron V, Burke RV, Bliss D, Ford HR, Upperman JS. Survival of pediatric blunt trauma patients presenting with no signs of life in the field. J Trauma Acute Care Surg 2014;77:422-6.*
644. *Easter JS, Vinton DT, Haukoos JS. Emergent pediatric thoracotomy following traumatic arrest. Resuscitation 2012;83:1521-4.*
645. *Hofbauer M, Hupfl M, Figl M, Hochtl-Lee L, Kdolsky R. Retrospective analysis of emergency room thoracotomy in pediatric severe trauma patients. Resuscitation 2011;82:185-9.*
646. *Polderman FN, Cohen J, Blom NA, et al. Sudden unexpected death in children with a previously diagnosed cardiovascular disorder. International journal of cardiology 2004;95:171-6.*
647. *Sanatani S, Wilson G, Smith CR, Hamilton RM, Williams WG, Adatia I. Sudden unexpected death in children with heart disease. Congenit Heart Dis 2006;1:89-97.*
648. *Morris K, Beghetti M, Petros A, Adatia I, Bohn D. Comparison of hyperventilation and inhaled nitric oxide for pulmonary hypertension after repair of congenital heart disease. Critical care medicine 2000;28:2974-8.*
649. *Hildebrand CA, Hartmann AG, Arcinue EL, Gomez RJ, Bing RJ. Cardiac performance in pediatric near-drowning. Critical care medicine 1988;16:331-5.*
650. *Mayr V, Luckner G, Jochberger S, et al. Arginine vasopressin in advanced cardiovascular failure during the post-resuscitation phase after cardiac arrest. Resuscitation 2007;72:35-44.*
651. *Conlon TW, Falkensammer CB, Hammond RS, Nadkarni VM, Berg RA, Topjian AA. Association of left ventricular systolic function and vasopressor support with survival following pediatric out-of-hospital cardiac arrest. Pediatric critical care medicine : a journal of the Society of Critical Care Medicine and the World Federation of Pediatric Intensive and Critical Care Societies 2015;16:146-54.*
652. *Bougouin W, Cariou A. Management of postcardiac arrest myocardial dysfunction. Curr Opin Crit Care 2013;19:195-201.*
653. *Guerra-Wallace MM, Casey FL, 3rd, Bell MJ, Fink EL, Hickey RW. Hyperoxia and hypoxia in children resuscitated from cardiac arrest. Pediatric critical care medicine : a journal of the Society of Critical Care Medicine and the World Federation of Pediatric Intensive and Critical Care Societies 2013;14:e143-8.*
654. *Ferguson LP, Durward A, Tibby SM. Relationship between arterial partial oxygen pressure after resuscitation from cardiac arrest and mortality in children. Circulation 2012;126:335-42.*
655. *Bennett KS, Clark AE, Meert KL, et al. Early oxygenation and ventilation measurements after pediatric cardiac arrest: lack of association with outcome. Critical care medicine 2013;41:1534-42.*
656. *Lopez-Herce J, del Castillo J, Matamoros M, et al. Post return of spontaneous circulation factors associated with mortality in pediatric in-hospital cardiac arrest: a prospective multicenter multinational observational study. Crit Care 2014;18:607.*
657. *Gluckman PD, Wyatt JS, Azzopardi D, et al. Selective head cooling with mild systemic hypothermia after neonatal encephalopathy: multicentre randomised trial. Lancet 2005;365:663-70.*
658. *Moler FW, Silverstein FS, Holubkov R, et al. Therapeutic hypothermia after out-of-hospital cardiac arrest in children. The New England journal of medicine 2015;372:1898-908.*
659. *Coimbra C, Drake M, Boris-Moller F, Wieloch T. Long-lasting neuroprotective effect of postischemic hypothermia and treatment with an anti-inflammatory/antipyretic drug. Evidence for chronic encephalopathic processes following ischemia. Stroke 1996;27:1578-85.*
660. *van den Berghe G, Wouters P, Weekers F, et al. Intensive insulin therapy in the critically ill patients. The New England journal of medicine 2001;345:1359-67.*
661. *Van den Berghe G, Wilmer A, Hermans G, et al. Intensive insulin therapy in the medical ICU. The New England journal of medicine 2006;354:449-61.*
662. *Treggiari MM, Karir V, Yanez ND, Weiss NS, Daniel S, Deem SA. Intensive insulin therapy and mortality in critically ill patients. Crit Care 2008;12:R29.*
663. *Losert H, Sterz F, Roine RO, et al. Strict normoglycaemic blood glucose levels in the therapeutic management of patients within 12h after cardiac arrest might not be necessary. Resuscitation 2008;76:214-20.*
664. *Oksanen T, Skrifvars MB, Varpula T, et al. Strict versus moderate glucose control after resuscitation from ventricular fibrillation. Intensive care medicine 2007;33:2093-100.*
665. *Lopez-Herce J, Garcia C, Dominguez P, et al. Characteristics and outcome of cardiorespiratory arrest in children. Resuscitation 2004;63:311-20.*
666. *Idris AH, Berg RA, Bierens J, et al. Recommended guidelines for uniform reporting of data from drowning: The "Utstein style". Resuscitation 2003;59:45-57.*
667. *Eich C, Brauer A, Timmermann A, et al. Outcome of 12 drowned children with attempted resuscitation on cardiopulmonary bypass: an analysis of variables based on the "Utstein Style for Drowning". Resuscitation 2007;75:42-52.*
668. *Tinsley C, Hill JB, Shah J, et al. Experience of families during cardiopulmonary resuscitation in a pediatric intensive care unit. Pediatrics 2008;122:e799-804.*
669. *Vavarouta A, Xanthos T, Papadimitriou L, Kouskouni E, Iacovidou N. Family presence during resuscitation and invasive procedures: physicians' and nurses' attitudes working in pediatric departments in Greece. Resuscitation 2011;82:713-6.*
670. *Corniero P, Gamell A, Parra Cotanda C, Trenchs V, Cubells CL. Family presence during invasive procedures at the emergency department: what is the opinion of Spanish medical staff? Pediatric emergency care 2011;27:86-91.*
671. *Ersdal HL, Mduma E, Svensen E, Perlman JM. Early initiation of basic resuscitation interventions including face mask ventilation may reduce birth asphyxia related mortality in low-income countries: a prospective descriptive observational study. Resuscitation 2012;83:869-73.*
672. *Perlman JM, Risser R. Cardiopulmonary resuscitation in the delivery room: associated clinical events. Archives of pediatrics & adolescent medicine 1995;149:20-5.*
673. *Barber CA, Wyckoff MH. Use and efficacy of endotracheal versus intravenous epinephrine during neonatal cardiopulmonary resuscitation in the delivery room. Pediatrics 2006;118:1028-34.*
674. *Ghavam S, Batra D, Mercer J, et al. Effects of placental transfusion in extremely low birthweight infants: meta-analysis of long- and short-term outcomes. Transfusion 2014;54:1192-8.*
675. *Budin P. The Nursling. The Feeding and Hygiene of Premature and Full-term Infants. Translation by WJ Maloney: London: The Caxton Publishing Company; 1907.*
676. *Wyllie J, Perlman JM, Kattwinkel J, et al. Part 7: Neonatal resuscitation: 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Resuscitation 2015.*
677. *Apgar V. A proposal for a new method of evaluation of the newborn infant. Curr Res Anesth Analg 1953;32.*
678. *Chamberlain G, Banks J. Assessment of the Apgar score. Lancet 1974;2:1225-8.*
679. *Owen CJ, Wyllie JP. Determination of heart rate in the baby at birth. Resuscitation 2004;60:213-7.*
680. *Dawson JA, Saraswat A, Simionato L, et al. Comparison of heart rate and oxygen saturation measurements from Masimo and Nellcor pulse oximeters in newly born term infants. Acta paediatrica 2013;102:955-60.*
681. *Kamlin CO, Dawson JA, O'Donnell CP, et al. Accuracy of pulse oximetry measurement of heart rate of newborn infants in the delivery room. The Journal of pediatrics 2008;152:756-60.*
682. *Katheria A, Rich W, Finer N. Electrocardiogram provides a continuous heart rate faster than oximetry during neonatal resuscitation. Pediatrics 2012;130:e1177-81.*
683. *Kamlin CO, O'Donnell CP, Everest NJ, Davis PG, Morley CJ. Accuracy of clinical assessment of infant heart rate in the delivery room. Resuscitation 2006;71:319-21.*
684. *Voogdt KG, Morrison AC, Wood FE, van Elburg RM, Wyllie JP. A randomised, simulated study assessing auscultation of heart rate at birth. Resuscitation 2010;81:1000-3.*
685. *O'Donnell CP, Kamlin CO, Davis PG, Carlin JB, Morley CJ. Clinical assessment of infant colour at delivery. Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition 2007;92:F465-7.*
686. *Konstantelos D, Gurth H, Bergert R, Ifflaender S, Rudiger M. Positioning of term infants during delivery room routine handling - analysis of videos. BMC pediatrics 2014;14:33.*
687. *Kelleher J, Bhat R, Salas AA, et al. Oronasopharyngeal suction versus wiping of the mouth and nose at birth: a randomised equivalency trial. Lancet 2013;382:326-30.*
688. *Al Takroni AM, Parvathi CK, Mendis KB, Hassan S, Reddy I, Kudair HA. Selective tracheal suctioning to prevent meconium aspiration syndrome. Int J Gynaecol Obstet 1998;63:259-63.*
689. *Chettri S, Adhisivam B, Bhat BV. Endotracheal Suction for Nonvigorous Neonates Born through Meconium Stained Amniotic Fluid: A Randomized Controlled Trial. The Journal of pediatrics 2015.*
690. *Davis RO, Philips JB, 3rd, Harris BA, Jr., Wilson ER, Huddleston JF. Fatal meconium aspiration syndrome occurring despite airway management considered appropriate. Am J Obstet Gynecol 1985;151:731-6.*
691. *Manganaro R, Mami C, Palmara A, Paolata A, Gemelli M. Incidence of meconium aspiration syndrome in term meconium-stained babies managed at birth with selective tracheal intubation. J Perinat Med 2001;29:465-8.*
692. *Yoder BA. Meconium-stained amniotic fluid and respiratory complications: impact of selective tracheal suction. Obstet Gynecol 1994;83:77-84.*
693. *Wyllie J, Perlman JM, Kattwinkel J, et al. Part 11: Neonatal resuscitation: 2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. Resuscitation 2010;81 Suppl 1:e260-87.*
694. *Vyas H, Milner AD, Hopkin IE, Boon AW. Physiologic responses to prolonged and slow-rise inflation in the resuscitation of the asphyxiated newborn infant. The Journal of pediatrics 1981;99:635-9.*
695. *Boon AW, Milner AD, Hopkin IE. Lung expansion, tidal exchange, and formation of the functional residual capacity during resuscitation of asphyxiated neonates. The Journal of pediatrics 1979;95:1031-6.*
696. *Mariani G, Dik PB, Ezquer A, et al. Pre-ductal and post-ductal O2 saturation in healthy term neonates after birth. The Journal of pediatrics 2007;150:418-21.*
697. *Dawson JA, Kamlin CO, Vento M, et al. Defining the reference range for oxygen saturation for infants after*

birth. Pediatrics 2010;125:e1340-7.

698. *Davis PG, Tan A, O'Donnell CP, Schulze A. Resuscitation of newborn infants with 100% oxygen or air: a systematic review and meta-analysis. Lancet 2004;364:1329-33.*
699. *Vento M, Moro M, Escrig R, et al. Preterm Resuscitation With Low Oxygen Causes Less Oxidative Stress, Inflammation, and Chronic Lung Disease. Pediatrics 2009.*
700. *Perlman JM, Wyllie J, Kattwinkel J, et al. Part 7: Neonatal resuscitation: 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Circulation In press.*
701. *Saugstad OD, Aune D, Aguar M, Kapadia V, Finer N, Vento M. Systematic review and meta-analysis of optimal initial fraction of oxygen levels in the delivery room at </=32 weeks. Acta paediatrica 2014;103:744-51.*
702. *O'Donnell CP, Kamlin CO, Davis PG, Morley CJ. Feasibility of and delay in obtaining pulse oximetry during neonatal resuscitation. The Journal of pediatrics 2005;147:698-9.*
703. *Dawson JA, Kamlin CO, Wong C, et al. Oxygen saturation and heart rate during delivery room resuscitation of infants <30 weeks' gestation with air or 100% oxygen. Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition 2009;94:F87-91.*
704. *Dildy GA, van den Berg PP, Katz M, et al. Intrapartum fetal pulse oximetry: fetal oxygen saturation trends during labor and relation to delivery outcome. Am J Obstet Gynecol 1994;171:679-84.*
705. *Dawson JA, Schmolzer GM, Kamlin CO, et al. Oxygenation with T-piece versus self-inflating bag for ventilation of extremely preterm infants at birth: a randomized controlled trial. The Journal of pediatrics 2011;158:912-8 e1-2.*
706. *Szyld E, Aguilar A, Musante GA, et al. Comparison of devices for newborn ventilation in the delivery room. The Journal of pediatrics 2014;165:234-9 e3.*
707. *Hartung JC, Schmolzer G, Schmalisch G, Roehr CC. Repeated thermo-sterilisation further affects the reliability of positive end-expiratory pressure valves. J Paediatr Child Health 2013;49:741-5.*
708. *Schmolzer GM, Agarwal M, Kamlin CO, Davis PG. Supraglottic airway devices during neonatal resuscitation: an historical perspective, systematic review and meta-analysis of available clinical trials. Resuscitation 2013;84:722-30.*
709. *Trevisanuto D, Cavallin F, Nguyen LN, et al. Supreme Laryngeal Mask Airway versus Face Mask during Neonatal Resuscitation: A Randomized Controlled Trial. The Journal of pediatrics 2015.*
710. *Kempley ST, Moreiras JW, Petrone FL. Endotracheal tube length for neonatal intubation. Resuscitation 2008;77:369-73.*
711. *Gill I, O'Donnell CP. Vocal cord guides on neonatal endotracheal tubes. Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition 2014;99:F344.*
712. *Palme-Kilander C, Tunell R. Pulmonary gas exchange during facemask ventilation immediately after birth. Archives of disease in childhood 1993;68:11-6.*
713. *Aziz HF, Martin JB, Moore JJ. The pediatric disposable end-tidal carbon dioxide detector role in endotracheal intubation in newborns. Journal of perinatology : official journal of the California Perinatal Association 1999;19:110-3.*
714. *Bhende MS, LaCovey D. A note of caution about the continuous use of colorimetric end-tidal CO2 detectors in children. Pediatrics 1995;95:800-1.*
715. *Repetto JE, Donohue P-CP, Baker SF, Kelly L, Nogee LM. Use of capnography in the delivery room for assessment of endotracheal tube placement. Journal of perinatology : official journal of the California Perinatal Association 2001;21:284-7.*
716. *Roberts WA, Maniscalco WM, Cohen AR, Litman RS, Chhibber A. The use of capnography for recognition of esophageal intubation in the neonatal intensive care unit. Pediatr Pulmonol 1995;19:262-8.*
717. *Hosono S, Inami I, Fujita H, Minato M, Takahashi S, Mugishima H. A role of end-tidal CO(2) monitoring for assessment of tracheal intubations in very low birth weight infants during neonatal resuscitation at birth. J Perinat Med 2009;37:79-84.*
718. *Garey DM, Ward R, Rich W, Heldt G, Leone T, Finer NN. Tidal volume threshold for colorimetric carbon dioxide detectors available for use in neonates. Pediatrics 2008;121:e1524-7.*
719. *Morley CJ, Davis PG, Doyle LW, Brion LP, Hascoet JM, Carlin JB. Nasal CPAP or intubation at birth for very preterm infants. The New England journal of medicine 2008;358:700-8.*
720. *Network SSGotEKSNNR, Finer NN, Carlo WA, et al. Early CPAP versus surfactant in extremely preterm infants. The New England journal of medicine 2010;362:1970-9.*
721. *Dunn MS, Kaempf J, de Klerk A, et al. Randomized trial comparing 3 approaches to the initial respiratory management of preterm neonates. Pediatrics 2011;128:e1069-76.*
722. *Hishikawa K, Goishi K, Fujiwara T, Kaneshige M, Ito Y, Sago H. Pulmonary air leak associated with CPAP at term birth resuscitation. Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition 2015.*
723. *Poets CF, Rudiger M. Mask CPAP during neonatal transition: too much of a good thing for some term infants? Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition 2015.*
724. *Houri PK, Frank LR, Menegazzi JJ, Taylor R. A randomized, controlled trial of two-thumb vs two-finger chest compression in a swine infant model of cardiac arrest [see comment]. Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors 1997;1:65-7.*
725. *Dellimore K, Heunis S, Gohier F, et al. Development of a diagnostic glove for unobtrusive measurement of chest compression force and depth during neonatal CPR. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc 2013;2013:350-3.*
726. *Martin PS, Kemp AM, Theobald PS, Maguire SA, Jones MD. Do chest compressions during simulated infant CPR comply with international recommendations? Archives of disease in childhood 2013;98:576-81.*
727. *Martin P, Theobald P, Kemp A, Maguire S, Maconochie I, Jones M. Real-time feedback can improve infant manikin cardiopulmonary resuscitation by up to 79%--a randomised controlled trial. Resuscitation 2013;84:1125-30.*
728. *Park J, Yoon C, Lee JC, et al. Manikin-integrated digital measuring system for assessment of infant cardiopulmonary resuscitation techniques. IEEE J Biomed Health Inform 2014;18:1659-67.*
729. *Saini SS, Gupta N, Kumar P, Bhalla AK, Kaur H. A comparison of two-fingers technique and two-thumbs encircling hands technique of chest compression in neonates. Journal of perinatology : official journal of the California Perinatal Association 2012;32:690-4.*
730. *You Y. Optimum location for chest compressions during two-rescuer infant cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation 2009;80:1378-81.*
731. *Christman C, Hemway RJ, Wyckoff MH, Perlman JM. The two-thumb is superior to the two-finger method for administering chest compressions in a manikin model of neonatal resuscitation. Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition 2011;96:F99-F101.*
732. *Meyer A, Nadkarni V, Pollock A, et al. Evaluation of the Neonatal Resuscitation Program's recommended chest compression depth using computerized tomography imaging. Resuscitation 2010;81:544-8.*
733. *Dannevig I, Solevag AL, Saugstad OD, Nakstad B. Lung Injury in Asphyxiated Newborn Pigs Resuscitated from Cardiac Arrest - The Impact of Supplementary Oxygen, Longer Ventilation Intervals and Chest Compressions at Different Compression-to-Ventilation Ratios. The open respiratory medicine journal 2012;6:89-96.*
734. *Dannevig I, Solevag AL, Sonerud T, Saugstad OD, Nakstad B. Brain inflammation induced by severe asphyxia in newborn pigs and the impact of alternative resuscitation strategies on the newborn central nervous system. Pediatric research 2013;73:163-70.*
735. *Hemway RJ, Christman C, Perlman J. The 3:1 is superior to a 15:2 ratio in a newborn manikin model in terms of quality of chest compressions and number of ventilations. Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition 2013;98:F42-5.*
736. *Solevag AL, Dannevig I, Wyckoff M, Saugstad OD, Nakstad B. Extended series of cardiac compressions during CPR in a swine model of perinatal asphyxia. Resuscitation 2010;81:1571-6.*
737. *Solevag AL, Dannevig I, Wyckoff M, Saugstad OD, Nakstad B. Return of spontaneous circulation with a compression:ventilation ratio of 15:2 versus 3:1 in newborn pigs with cardiac arrest due to asphyxia. Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition 2011;96:F417-21.*
738. *Solevag AL, Madland JM, Gjaerum E, Nakstad B. Minute ventilation at different compression to ventilation ratios, different ventilation rates, and continuous chest compressions with asynchronous ventilation in a newborn manikin. Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine 2012;20:73.*
739. *Berkowitz ID, Chantarojanasiri T, Koehler RC, et al. Blood flow during cardiopulmonary resuscitation with simultaneous compression and ventilation in infant pigs. Pediatric research 1989;26:558-64.*
740. *Wyckoff MH, Perlman JM, Laptook AR. Use of volume expansion during delivery room resuscitation in near--term and term infants. Pediatrics 2005;115:950-5.*
741. *Harrington DJ, Redman CW, Moulden M, Greenwood CE. The long-term outcome in surviving infants with Apgar zero at 10 minutes: a systematic review of the literature and hospital-based cohort. Am J Obstet Gynecol 2007;196:463 e1-5.*
742. *Kopelman LM, Irons TG, Kopelman AE. Neonatologists judge the "Baby Doe" regulations. The New England journal of medicine 1988;318:677-83.*
743. *Sanders MR, Donohue PK, Oberdorf MA, Rosenkrantz TS, Allen MC. Perceptions of the limit of viability: neonatologists' attitudes toward extremely preterm infants. Journal of perinatology : official journal of the California Perinatal Association 1995;15:494-502.*
744. *Costeloe KL, Hennessy EM, Haider S, Stacey F, Marlow N, Draper ES. Short term outcomes after extreme preterm birth in England: comparison of two birth cohorts in 1995 and 2006 (the EPICure studies). Bmj 2012;345:e7976.*
745. *Manktelow BN, Seaton SE, Field DJ, Draper ES. Population-based estimates of in-unit survival for very preterm infants. Pediatrics 2013;131:e425-32.*
746. *Marlow N, Bennett C, Draper ES, Hennessy EM, Morgan AS, Costeloe KL. Perinatal outcomes for extremely preterm babies in relation to place of birth in England: the EPICure 2 study. Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition 2014;99:F181-8.*
747. *Fulbrook P, Latour J, Albarran J, et al. The presence of family members during cardiopulmonary resuscitation: European federation of Critical Care Nursing associations, European Society of Paediatric and Neonatal Intensive Care and European Society of Cardiology Council on Cardiovascular Nursing and Allied Professions Joint Position Statement. Eur J Cardiovasc Nurs 2007;6:255-8.*
748. *Edwards AD, Brocklehurst P, Gunn AJ, et al. Neurological outcomes at 18 months of age after moderate hypothermia for perinatal hypoxic ischaemic encephalopathy: synthesis and meta-analysis of trial data. Bmj 2010;340:c363.*
749. *Azzopardi D, Strohm B, Marlow N, et al. Effects of hypothermia for perinatal asphyxia on childhood outcomes. The New England journal of medicine 2014;371:140-9.*
750. *Iliodromiti S, Mackay DF, Smith GC, Pell JP, Nelson SM. Apgar score and the risk of cause-specific infant mortality: a population-based cohort study. Lancet 2014;384:1749-55.*
751. *Rudiger M, Braun N, Aranda J, et al. Neonatal assessment in the delivery room--Trial to Evaluate a Specified Type of Apgar (TEST-Apgar). BMC pediatrics 2015;15:18.*
752. *Dalili H, Nili F, Sheikh M, Hardani AK, Shariat M, Nayeri F. Comparison of the four proposed Apgar scoring systems in the assessment of birth asphyxia and adverse early neurologic outcomes. PloS one 2015;10:e0122116.*
753. *Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, et al. Third universal definition of myocardial infarction. J Am Coll Cardiol 2012;60:1581-98.*
754. *Roffi. Guidelines for the diagnosis and treatment of actute coronary syndromes with and without ST-segment elevation. Circulation In Press.*
755. *Henrikson CA, Howell EE, Bush DE, et al. Chest pain relief by nitroglycerin does not predict active coronary artery disease. Annals of internal medicine 2003;139:979-86.*
756. *American College of Emergency P, Society for Cardiovascular A, Interventions, et al. 2013 ACCF/AHA guideline for the management of ST-elevation myocardial infarction: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. J Am Coll Cardiol 2013;61:e78-140.*
757. *Amsterdam EA, Wenger NK, Brindis RG, et al. 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with non-ST-elevation acute coronary syndromes: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Circulation 2014;130:2354-94.*
758. *Amsterdam EA, Wenger NK, Brindis RG, et al. 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients with Non-ST-Elevation Acute Coronary Syndromes: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. J Am Coll Cardiol 2014;64:e139-228.*
759. *Canto JG, Rogers WJ, Bowlby LJ, French WJ, Pearce DJ, Weaver WD. The prehospital electrocardiogram in acute myocardial infarction: is its full potential being realized? National Registry of Myocardial Infarction 2 Investigators. J Am Coll Cardiol 1997;29:498-505.*
760. *Terkelsen CJ, Lassen JF, Norgaard BL, et al. Reduction of treatment delay in patients with ST-elevation myocardial infarction: impact of pre-hospital diagnosis and direct referral to primary percutanous coronary*

intervention. European heart journal 2005;26:770-7.
761. *Carstensen S, Nelson GC, Hansen PS, et al. Field triage to primary angioplasty combined with emergency department bypass reduces treatment delays and is associated with improved outcome. European heart journal 2007;28:2313-9.*
762. *Brown JP, Mahmud E, Dunford JV, Ben-Yehuda O. Effect of prehospital 12-lead electrocardiogram on activation of the cardiac catheterization laboratory and door-to-balloon time in ST-segment elevation acute myocardial infarction. The American journal of cardiology 2008;101:158-61.*
763. *Martinoni A, De Servi S, Boschetti E, et al. Importance and limits of pre-hospital electrocardiogram in patients with ST elevation myocardial infarction undergoing percutaneous coronary angioplasty. European journal of cardiovascular prevention and rehabilitation : official journal of the European Society of Cardiology, Working Groups on Epidemiology & Prevention and Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology 2011;18:526-32.*
764. *Sorensen JT, Terkelsen CJ, Norgaard BL, et al. Urban and rural implementation of pre-hospital diagnosis and direct referral for primary percutaneous coronary intervention in patients with acute ST-elevation myocardial infarction. European heart journal 2011;32:430-6.*
765. *Chan AW, Kornder J, Elliott H, et al. Improved survival associated with pre-hospital triage strategy in a large regional ST-segment elevation myocardial infarction program. JACC Cardiovascular interventions 2012;5:1239-46.*
766. *Quinn T, Johnsen S, Gale CP, et al. Effects of prehospital 12-lead ECG on processes of care and mortality in acute coronary syndrome: a linked cohort study from the Myocardial Ischaemia National Audit Project. Heart 2014;100:944-50.*
767. *Ong ME, Wong AS, Seet CM, et al. Nationwide improvement of door-to-balloon times in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction requiring primary percutaneous coronary intervention with out-of-hospital 12-lead ECG recording and transmission. Annals of emergency medicine 2013;61:339-47.*
768. *Swor R, Hegerberg S, McHugh-McNally A, Goldstein M, McEachin CC. Prehospital 12-lead ECG: efficacy or effectiveness? Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors 2006;10:374-7.*
769. *Masoudi FA, Magid DJ, Vinson DR, et al. Implications of the failure to identify high-risk electrocardiogram findings for the quality of care of patients with acute myocardial infarction: results of the Emergency Department Quality in Myocardial Infarction (EDQMI) study. Circulation 2006;114:1565-71.*
770. *Kudenchuk PJ, Ho MT, Weaver WD, et al. Accuracy of computer-interpreted electrocardiography in selecting patients for thrombolytic therapy. MITI Project Investigators. J Am Coll Cardiol 1991;17:1486-91.*
771. *Dhruva VN, Abdelhadi SI, Anis A, et al. ST-Segment Analysis Using Wireless Technology in Acute Myocardial Infarction (STAT-MI) trial. J Am Coll Cardiol 2007;50:509-13.*
772. *Bhalla MC, Mencl F, Gist MA, Wilber S, Zalewski J. Prehospital electrocardiographic computer identification of ST-segment elevation myocardial infarction. Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors 2013;17:211-6.*
773. *Clark EN, Sejersten M, Clemmensen P, Macfarlane PW. Automated electrocardiogram interpretation programs versus cardiologists' triage decision making based on teletransmitted data in patients with suspected acute coronary syndrome. The American journal of cardiology 2010;106:1696-702.*
774. *de Champlain F, Boothroyd LJ, Vadeboncoeur A, et al. Computerized interpretation of the prehospital electrocardiogram: predictive value for ST segment elevation myocardial infarction and impact on on-scene time. Cjem 2014;16:94-105.*
775. *Squire BT, Tamayo-Sarver JH, Rashi P, Koenig W, Niemann JT. Effect of prehospital cardiac catheterization lab activation on door-to-balloon time, mortality, and false-positive activation. Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors 2014;18:1-8.*
776. *Youngquist ST, Shah AP, Niemann JT, Kaji AH, French WJ. A comparison of door-to-balloon times and false--positive activations between emergency department and out-of-hospital activation of the coronary catheterization team. Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine 2008;15:784-7.*
777. *van't Hof AW, Rasoul S, van de Wetering H, et al. Feasibility and benefit of prehospital diagnosis, triage, and therapy by paramedics only in patients who are candidates for primary angioplasty for acute myocardial infarction. American heart journal 2006;151:1255 e1-5.*
778. *Keller T, Zeller T, Peetz D, et al. Sensitive troponin I assay in early diagnosis of acute myocardial infarction. The New England journal of medicine 2009;361:868-77.*
779. *Goldstein JA, Gallagher MJ, O'Neill WW, Ross MA, O'Neil BJ, Raff GL. A randomized controlled trial of multi--slice coronary computed tomography for evaluation of acute chest pain. J Am Coll Cardiol 2007;49:863-71.*
780. *Forberg JL, Hilmersson CE, Carlsson M, et al. Negative predictive value and potential cost savings of acute nuclear myocardial perfusion imaging in low risk patients with suspected acute coronary syndrome: a prospective single blinded study. BMC Emerg Med 2009;9:12.*
781. *Nucifora G, Badano LP, Sarraf-Zadegan N, et al. Comparison of early dobutamine stress echocardiography and exercise electrocardiographic testing for management of patients presenting to the emergency department with chest pain. The American journal of cardiology 2007;100:1068-73.*
782. *Wei K. Utility contrast echocardiography in the emergency department. JACC Cardiovasc Imaging 2010;3:197-203.*
783. *Gaibazzi N, Squeri A, Reverberi C, et al. Contrast stress-echocardiography predicts cardiac events in patients with suspected acute coronary syndrome but nondiagnostic electrocardiogram and normal 12-hour troponin. J Am Soc Echocardiogr 2011;24:1333-41.*
784. *Douglas PS, Khandheria B, Stainback RF, et al. ACCF/ASE/ACEP/ASNC/SCAI/SCCT/SCMR 2007 appropriateness criteria for transthoracic and transesophageal echocardiography: a report of the American College of Cardiology Foundation Quality Strategic Directions Committee Appropriateness Criteria Working Group, American Society of Echocardiography, American College of Emergency Physicians, American Society of Nuclear Cardiology, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Cardiovascular Computed Tomography, and the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance endorsed by the American College of Chest Physicians and the Society of Critical Care Medicine. J Am Coll Cardiol 2007;50:187-204.*
785. *Hamm CW, Bassand JP, Agewall S, et al. ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation: The Task Force for the management of acute coronary syndromes (ACS) in patients presenting without persistent ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). European heart journal 2011;32:2999-3054.*
786. *Samad Z, Hakeem A, Mahmood SS, et al. A meta-analysis and systematic review of computed tomography angiography as a diagnostic triage tool for patients with chest pain presenting to the emergency department. J Nucl Cardiol 2012;19:364-76.*
787. *Kearney PM, Baigent C, Godwin J, Halls H, Emberson JR, Patrono C. Do selective cyclo-oxygenase-2 inhibitors and traditional non-steroidal anti-inflammatory drugs increase the risk of atherothrombosis? Meta--analysis of randomised trials. Bmj 2006;332:1302-8.*
788. *Rawles JM, Kenmure AC. Controlled trial of oxygen in uncomplicated myocardial infarction. Br Med J 1976;1:1121-3.*
789. *Wijesinghe M, Perrin K, Ranchord A, Simmonds M, Weatherall M, Beasley R. Routine use of oxygen in the treatment of myocardial infarction: systematic review. Heart 2009;95:198-202.*
790. *Cabello JB, Burls A, Emparanza JI, Bayliss S, Quinn T. Oxygen therapy for acute myocardial infarction. The Cochrane database of systematic reviews 2013;8:CD007160.*
791. *O'Gara PT, Kushner FG, Ascheim DD, et al. 2013 ACCF/AHA guideline for the management of ST-elevation myocardial infarction: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Circulation 2013;127:e362-425.*
792. *Mega JL, Braunwald E, Wiviott SD, et al. Rivaroxaban in patients with a recent acute coronary syndrome. The New England journal of medicine 2012;366:9-19.*
793. *Keeley EC, Boura JA, Grines CL. Primary angioplasty versus intravenous thrombolytic therapy for acute myocardial infarction: a quantitative review of 23 randomised trials. Lancet 2003;361:13-20.*
794. *Pinto DS, Kirtane AJ, Nallamothu BK, et al. Hospital delays in reperfusion for ST-elevation myocardial infarction: implications when selecting a reperfusion strategy. Circulation 2006;114:2019-25.*
795. *Le May MR, So DY, Dionne R, et al. A citywide protocol for primary PCI in ST-segment elevation myocardial infarction. The New England journal of medicine 2008;358:231-40.*
796. *Bradley EH, Herrin J, Wang Y, et al. Strategies for reducing the door-to-balloon time in acute myocardial infarction. The New England journal of medicine 2006;355:2308-20.*
797. *Nikolaou N, Welsford M, Beygui F, et al. Part 5: Acute coronary syndromes: 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Resuscitation 2015.*
798. *Bonnefoy E, Lapostolle F, Leizorovicz A, et al. Primary angioplasty versus prehospital fibrinolysis in acute myocardial infarction: a randomised study. Lancet 2002;360:825-9.*
799. *Armstrong PW. A comparison of pharmacologic therapy with/without timely coronary intervention vs. primary percutaneous intervention early after ST-elevation myocardial infarction: the WEST (Which Early ST-elevation myocardial infarction Therapy) study. European heart journal 2006;27:1530-8.*
800. *Thiele H, Eitel I, Meinberg C, et al. Randomized comparison of pre-hospital-initiated facilitated percutaneous coronary intervention versus primary percutaneous coronary intervention in acute myocardial infarction very early after symptom onset: the LIPSIA-STEMI trial (Leipzig immediate prehospital facilitated angioplasty in ST-segment myocardial infarction). JACC Cardiovascular interventions 2011;4:605-14.*
801. *Armstrong PW, Gershlick AH, Goldstein P, et al. Fibrinolysis or primary PCI in ST-segment elevation myocardial infarction. The New England journal of medicine 2013;368:1379-87.*
802. *Van de Werf F, Barron HV, Armstrong PW, et al. Incidence and predictors of bleeding events after fibrinolytic therapy with fibrin-specific agents: a comparison of TNK-tPA and rt-PA. European heart journal 2001;22:2253-61.*
803. *Ellis SG, Tendera M, de Belder MA, et al. Facilitated PCI in patients with ST-elevation myocardial infarction. The New England journal of medicine 2008;358:2205-17.*
804. *Itoh T, Fukami K, Suzuki T, et al. Comparison of long-term prognostic evaluation between pre-intervention thrombolysis and primary coronary intervention: a prospective randomized trial: five-year results of the IMPORTANT study. Circulation journal : official journal of the Japanese Circulation Society 2010;74:1625-34.*
805. *Kurihara H, Matsumoto S, Tamura R, et al. Clinical outcome of percutaneous coronary intervention with antecedent mutant t-PA administration for acute myocardial infarction. American heart journal 2004;147:E14.*
806. *Thiele H, Scholz M, Engelmann L, et al. ST-segment recovery and prognosis in patients with ST-elevation myocardial infarction reperfused by prehospital combination fibrinolysis, prehospital initiated facilitated percutaneous coronary intervention, or primary percutaneous coronary intervention. The American journal of cardiology 2006;98:1132-9.*
807. *Gershlick AH, Stephens-Lloyd A, Hughes S, et al. Rescue angioplasty after failed thrombolytic therapy for acute myocardial infarction. The New England journal of medicine 2005;353:2758-68.*
808. *Thiele H, Zeymer U, Neumann FJ, et al. Intraaortic balloon support for myocardial infarction with cardiogenic shock. The New England journal of medicine 2012;367:1287-96.*
809. *Hochman JS, Sleeper LA, Webb JG, et al. Early revascularization and long-term survival in cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction. Jama 2006;295:2511-5.*
810. *Rab T, Kern KB, Tamis-Holland JE, et al. Cardiac Arrest: A Treatment Algorithm for Emergent Invasive Cardiac Procedures in the Resuscitated Comatose Patient. J Am Coll Cardiol 2015;66:62-73.*
811. *Zideman D, Singletary EM, De Buck E, et al. Part 9: First aid: 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Resuscitation 2015.*
812. *Adnet F, Borron SW, Finot MA, Minadeo J, Baud FJ. Relation of body position at the time of discovery with suspected aspiration pneumonia in poisoned comatose patients. Critical care medicine 1999;27:745-8.*
813. *Rathgeber J, Panzer W, Gunther U, et al. Influence of different types of recovery positions on perfusion indices of the forearm. Resuscitation 1996;32:13-7.*
814. *Del Rossi G, Dubose D, Scott N, et al. Motion produced in the unstable cervical spine by the HAINES and lateral recovery positions. Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors 2014;18:539-43.*
815. *Wong DH, O'Connor D, Tremper KK, Zaccari J, Thompson P, Hill D. Changes in cardiac output after acute blood loss and position change in man. Critical care medicine 1989;17:979-83.*
816. *Jabot J, Teboul JL, Richard C, Monnet X. Passive leg raising for predicting fluid responsiveness: importance of the postural change. Intensive care medicine 2009;35:85-90.*
817. *Gaffney FA, Bastian BC, Thal ER, Atkins JM, Blomqvist CG. Passive leg raising does not produce a significant or sustained autotransfusion effect. The Journal of trauma 1982;22:190-3.*
818. *Bruera E, de Stoutz N, Velasco-Leiva A, Schoeller T, Hanson J. Effects of oxygen on dyspnoea in hypoxaemic*

terminal-cancer patients. Lancet 1993;342:13-4.

819. *Philip J, Gold M, Milner A, Di Iulio J, Miller B, Spruyt O. A randomized, double-blind, crossover trial of the effect of oxygen on dyspnea in patients with advanced cancer. Journal of pain and symptom management 2006;32:541-50.*
820. *Longphre JM, Denoble PJ, Moon RE, Vann RD, Freiberger JJ. First aid normobaric oxygen for the treatment of recreational diving injuries. Undersea Hyperb Med 2007;34:43-9.*
821. *Wijesinghe M, Perrin K, Healy B, et al. Pre-hospital oxygen therapy in acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. Intern Med J 2011;41:618-22.*
822. *Bentur L, Canny GJ, Shields MD, et al. Controlled trial of nebulized albuterol in children younger than 2 years of age with acute asthma. Pediatrics 1992;89:133-7.*
823. *van der Woude HJ, Postma DS, Politiek MJ, Winter TH, Aalbers R. Relief of dyspnoea by beta2-agonists after methacholine-induced bronchoconstriction. Respiratory medicine 2004;98:816-20.*
824. *Lavorini F. The challenge of delivering therapeutic aerosols to asthma patients. ISRN Allergy 2013;2013:102418.*
825. *Lavorini F. Inhaled drug delivery in the hands of the patient. J Aerosol Med Pulm Drug Deliv 2014;27:414-8.*
826. *Conner JB, Buck PO. Improving asthma management: the case for mandatory inclusion of dose counters on all rescue bronchodilators. J Asthma 2013;50:658-63.*
827. *Cheung RT. Hong Kong patients' knowledge of stroke does not influence time-to-hospital presentation. J Clin Neurosci 2001;8:311-4.*
828. *Fonarow GC, Smith EE, Saver JL, et al. Improving door-to-needle times in acute ischemic stroke: the design and rationale for the American Heart Association/American Stroke Association's Target: Stroke initiative. Stroke 2011;42:2983-9.*
829. *Lin CB, Peterson ED, Smith EE, et al. Emergency medical service hospital prenotification is associated with improved evaluation and treatment of acute ischemic stroke. Circ Cardiovasc Qual Outcomes 2012;5:514-22.*
830. *Nazliel B, Starkman S, Liebeskind DS, et al. A brief prehospital stroke severity scale identifies ischemic stroke patients harboring persisting large arterial occlusions. Stroke 2008;39:2264-7.*
831. *Wojner-Alexandrov AW, Alexandrov AV, Rodriguez D, Persse D, Grotta JC. Houston paramedic and emergency stroke treatment and outcomes study (HoPSTO). Stroke 2005;36:1512-8.*
832. *You JS, Chung SP, Chung HS, et al. Predictive value of the Cincinnati Prehospital Stroke Scale for identifying thrombolytic candidates in acute ischemic stroke. Am J Emerg Med 2013;31:1699-702.*
833. *O'Brien W, Crimmins D, Donaldson W, et al. FASTER (Face, Arm, Speech, Time, Emergency Response): experience of Central Coast Stroke Services implementation of a pre-hospital notification system for expedient management of acute stroke. J Clin Neurosci 2012;19:241-5.*
834. *Barbash IM, Freimark D, Gottlieb S, et al. Outcome of myocardial infarction in patients treated with aspirin is enhanced by pre-hospital administration. Cardiology 2002;98:141-7.*
835. *Freimark D, Matetzky S, Leor J, et al. Timing of aspirin administration as a determinant of survival of patients with acute myocardial infarction treated with thrombolysis. The American journal of cardiology 2002;89:381-5.*
836. *Quan D, LoVecchio F, Clark B, Gallagher JV, 3rd. Prehospital use of aspirin rarely is associated with adverse events. Prehosp Disaster Med 2004;19:362-5.*
837. *Randomised trial of intravenous streptokinase, oral aspirin, both, or neither among 17,187 cases of suspected acute myocardial infarction: ISIS-2. ISIS-2 (Second International Study of Infarct Survival) Collaborative Group. Lancet 1988;2:349-60.*
838. *Verheugt FW, van der Laarse A, Funke-Kupper AJ, Sterkman LG, Galema TW, Roos JP. Effects of early intervention with low-dose aspirin (100 mg) on infarct size, reinfarction and mortality in anterior wall acute myocardial infarction. The American journal of cardiology 1990;66:267-70.*
839. *Elwood PC, Williams WO. A randomized controlled trial of aspirin in the prevention of early mortality in myocardial infarction. J R Coll Gen Pract 1979;29:413-6.*
840. *Frilling B, Schiele R, Gitt AK, et al. Characterization and clinical course of patients not receiving aspirin for acute myocardial infarction: Results from the MITRA and MIR studies. American heart journal 2001;141:200-5.*
841. *Simons FE, Ardusso LR, Bilo MB, et al. World allergy organization guidelines for the assessment and management of anaphylaxis. World Allergy Organ J 2011;4:13-37.*
842. *Chong LK, Morice AH, Yeo WW, Schleimer RP, Peachell PT. Functional desensitization of beta agonist responses in human lung mast cells. Am J Respir Cell Mol Biol 1995;13:540-6.*
843. *Korenblat P, Lundie MJ, Dankner RE, Day JH. A retrospective study of epinephrine administration for anaphylaxis: how many doses are needed? Allergy Asthma Proc 1999;20:383-6.*
844. *Rudders SA, Banerji A, Corel B, Clark S, Camargo CA, Jr. Multicenter study of repeat epinephrine treatments for food-related anaphylaxis. Pediatrics 2010;125:e711-8.*
845. *Rudders SA, Banerji A, Katzman DP, Clark S, Camargo CA, Jr. Multiple epinephrine doses for stinging insect hypersensitivity reactions treated in the emergency department. Ann Allergy Asthma Immunol 2010;105:85-93.*
846. *Inoue N, Yamamoto A. Clinical evaluation of pediatric anaphylaxis and the necessity for multiple doses of epinephrine. Asia Pac Allergy 2013;3:106-14.*
847. *Ellis BC, Brown SG. Efficacy of intramuscular epinephrine for the treatment of severe anaphylaxis: a comparison of two ambulance services with different protocols. Ann Emerg Med 2013;62(4):S146.*
848. *Oren E, Banerji A, Clark S, Camargo CA, Jr. Food-induced anaphylaxis and repeated epinephrine treatments. Ann Allergy Asthma Immunol 2007;99:429-32.*
849. *Tsuang A, Menon N, Setia N, Geyman L, Nowak-Wegrzyn AH. Multiple epinephrine doses in food-induced anaphylaxis in children. J Allergy Clin Immunol 2013;131(2):AB90.*
850. *Banerji A, Rudders SA, Corel B, Garth AM, Clark S, Camargo CA, Jr. Repeat epinephrine treatments for food--related allergic reactions that present to the emergency department. Allergy Asthma Proc 2010;31:308-16.*
851. *Noimark L, Wales J, Du Toit G, et al. The use of adrenaline autoinjectors by children and teenagers. Clin Exp Allergy 2012;42:284-92.*
852. *Jarvinen KM, Sicherer SH, Sampson HA, Nowak-Wegrzyn A. Use of multiple doses of epinephrine in food--induced anaphylaxis in children. J Allergy Clin Immunol 2008;122:133-8.*
853. *Slama G, Traynard PY, Desplanque N, et al. The search for an optimized treatment of hypoglycemia. Carbohydrates in tablets, solutin, or gel for the correction of insulin reactions. Archives of internal medicine 1990;150:589-93.*
854. *Husband AC, Crawford S, McCoy LA, Pacaud D. The effectiveness of glucose, sucrose, and fructose in treating hypoglycemia in children with type 1 diabetes. Pediatric diabetes 2010;11:154-8.*
855. *McTavish L, Wiltshire E. Effective treatment of hypoglycemia in children with type 1 diabetes: a randomized controlled clinical trial. Pediatric diabetes 2011;12:381-7.*
856. *Osterberg KL, Pallardy SE, Johnson RJ, Horswill CA. Carbohydrate exerts a mild influence on fluid retention following exercise-induced dehydration. Journal of applied physiology 2010;108:245-50.*
857. *Kalman DS, Feldman S, Krieger DR, Bloomer RJ. Comparison of coconut water and a carbohydrate-electrolyte sport drink on measures of hydration and physical performance in exercise-trained men. Journal of the International Society of Sports Nutrition 2012;9:1.*
858. *Chang CQ, Chen YB, Chen ZM, Zhang LT. Effects of a carbohydrate-electrolyte beverage on blood viscosity after dehydration in healthy adults. Chinese medical journal 2010;123:3220-5.*
859. *Seifert J, Harmon J, DeClercq P. Protein added to a sports drink improves fluid retention. International journal of sport nutrition and exercise metabolism 2006;16:420-9.*
860. *Wong SH, Chen Y. Effect of a carbohydrate-electrolyte beverage, lemon tea, or water on rehydration during short-term recovery from exercise. International journal of sport nutrition and exercise metabolism 2011;21:300-10.*
861. *Shirreffs SM, Watson P, Maughan RJ. Milk as an effective post-exercise rehydration drink. Br J Nutr 2007;98:173-80.*
862. *Gonzalez-Alonso J, Heaps CL, Coyle EF. Rehydration after exercise with common beverages and water. Int J Sports Med 1992;13:399-406.*
863. *Ismail I, Singh R, Sirisinghe RG. Rehydration with sodium-enriched coconut water after exercise-induced dehydration. The Southeast Asian journal of tropical medicine and public health 2007;38:769-85.*
864. *Saat M, Singh R, Sirisinghe RG, Nawawi M. Rehydration after exercise with fresh young coconut water, carbohydrate-electrolyte beverage and plain water. Journal of physiological anthropology and applied human science 2002;21:93-104.*
865. *Micheli A, Marini F, Capuani G, et al. The influence of a sports drink on the postexercise metabolism of elite athletes as investigated by NMR-based metabolomics. J Am Coll Nutr 2009;28:553-64.*
866. *Kompa S, Redbrake C, Hilgers C, Wustemeyer H, Schrage N, Remky A. Effect of different irrigating solutions on aqueous humour pH changes, intraocular pressure and histological findings after induced alkali burns. Acta Ophthalmol Scand 2005;83:467-70.*
867. *King NA, Philpott SJ, Leary A. A randomized controlled trial assessing the use of compression versus vasoconstriction in the treatment of femoral hematoma occurring after percutaneous coronary intervention. Heart & lung : the journal of critical care 2008;37:205-10.*
868. *Levy AS, Marmar E. The role of cold compression dressings in the postoperative treatment of total knee arthroplasty. Clinical orthopaedics and related research 1993:174-8.*
869. *Kheirabadi BS, Edens JW, Terrazas IB, et al. Comparison of new hemostatic granules/powders with currently deployed hemostatic products in a lethal model of extremity arterial hemorrhage in swine. The Journal of trauma 2009;66:316-26; discussion 27-8.*
870. *Ward KR, Tiba MH, Holbert WH, et al. Comparison of a new hemostatic agent to current combat hemostatic agents in a Swine model of lethal extremity arterial hemorrhage. The Journal of trauma 2007;63:276-83; discussion 83-4.*
871. *Carraway JW, Kent D, Young K, Cole A, Friedman R, Ward KR. Comparison of a new mineral based hemostatic agent to a commercially available granular zeolite agent for hemostasis in a swine model of lethal extremity arterial hemorrhage. Resuscitation 2008;78:230-5.*
872. *Arnaud F, Parreno-Sadalan D, Tomori T, et al. Comparison of 10 hemostatic dressings in a groin transection model in swine. The Journal of trauma 2009;67:848-55.*
873. *Kheirabadi BS, Acheson EM, Deguzman R, et al. Hemostatic efficacy of two advanced dressings in an aortic hemorrhage model in Swine. The Journal of trauma 2005;59:25-34; discussion -5.*
874. *Brown MA, Daya MR, Worley JA. Experience with chitosan dressings in a civilian EMS system. The Journal of emergency medicine 2009;37:1-7.*
875. *Cox ED, Schreiber MA, McManus J, Wade CE, Holcomb JB. New hemostatic agents in the combat setting. Transfusion 2009;49 Suppl 5:248S-55S.*
876. *Ran Y, Hadad E, Daher S, et al. QuikClot Combat Gauze use for hemorrhage control in military trauma: January 2009 Israel Defense Force experience in the Gaza Strip--a preliminary report of 14 cases. Prehosp Disaster Med 2010;25:584-8.*
877. *Wedmore I, McManus JG, Pusateri AE, Holcomb JB. A special report on the chitosan-based hemostatic dressing: experience in current combat operations. The Journal of trauma 2006;60:655-8.*
878. *Engels PT, Rezende-Neto JB, Al Mahroos M, Scarpelini S, Rizoli SB, Tien HC. The natural history of trauma--related coagulopathy: implications for treatment. The Journal of trauma 2011;71:S448-55.*
879. *Sauaia A, Moore FA, Moore EE, et al. Epidemiology of trauma deaths: a reassessment. The Journal of trauma 1995;38:185-93.*
880. *Beekley AC, Sebesta JA, Blackbourne LH, et al. Prehospital tourniquet use in Operation Iraqi Freedom: effect on hemorrhage control and outcomes. The Journal of trauma 2008;64:S28-37; discussion S.*
881. *Lakstein D, Blumenfeld A, Sokolov T, et al. Tourniquets for hemorrhage control on the battlefield: a 4-year accumulated experience. The Journal of trauma 2003;54:S221-5S.*
882. *Passos E, Dingley B, Smith A, et al. Tourniquet use for peripheral vascular injuries in the civilian setting. Injury 2014;45:573-7.*
883. *King DR, van der Wilden G, Kragh JF, Jr., Blackbourne LH. Forward assessment of 79 prehospital battlefield tourniquets used in the current war. J Spec Oper Med 2012;12:33-8.*
884. *Kragh JF, Jr., Littrel ML, Jones JA, et al. Battle casualty survival with emergency tourniquet use to stop limb bleeding. The Journal of emergency medicine 2011;41:590-7.*
885. *Kragh JF, Jr., Cooper A, Aden JK, et al. Survey of trauma registry data on tourniquet use in pediatric war casualties. Pediatric emergency care 2012;28:1361-5.*
886. *Tien HC, Jung V, Rizoli SB, Acharya SV, MacDonald JC. An evaluation of tactical combat casualty care interventions in a combat environment. J Am Coll Surg 2008;207:174-8.*
887. *Kragh JF, Jr., Nam JJ, Berry KA, et al. Transfusion for shock in US military war casualties with and without tourniquet use. Annals of emergency medicine 2015;65:290-6.*
888. *Brodie S, Hodgetts TJ, Ollerton J, McLeod J, Lambert P, Mahoney P. Tourniquet use in combat trauma: UK military experience. J R Army Med Corps 2007;153:310-3.*

889. Kue RC, Temin ES, Weiner SG, et al. Tourniquet Use in a Civilian Emergency Medical Services Setting: A Descriptive Analysis of the Boston EMS Experience. Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors 2015;19:399-404.
890. Ayling J. An open question. Emerg Med Serv 2004;33:44.
891. Sundstrom T, Asbjornsen H, Habiba S, Sunde GA, Wester K. Prehospital use of cervical collars in trauma patients: a critical review. J Neurotrauma 2014;31:531-40.
892. Kwan I, Bunn F, Roberts I. Spinal immobilisation for trauma patients. The Cochrane database of systematic reviews 2001:CD002803.
893. Davies G, Deakin C, Wilson A. The effect of a rigid collar on intracranial pressure. Injury 1996;27:647-9.
894. Hunt K, Hallworth S, Smith M. The effects of rigid collar placement on intracranial and cerebral perfusion pressures. Anaesthesia 2001;56:511-3.
895. Mobbs RJ, Stoodley MA, Fuller J. Effect of cervical hard collar on intracranial pressure after head injury. ANZ J Surg 2002;72:389-91.
896. Kolb JC, Summers RL, Galli RL. Cervical collar-induced changes in intracranial pressure. Am J Emerg Med 1999;17:135-7.
897. Raphael JH, Chotai R. Effects of the cervical collar on cerebrospinal fluid pressure. Anaesthesia 1994;49:437-9.
898. McCrory P, Meeuwisse W, Johnston K, et al. Consensus Statement on Concussion in Sport: the 3rd International Conference on Concussion in Sport held in Zurich, November 2008. Br J Sports Med 2009;43 Suppl 1:i76-90.
899. Nguyen NL, Gun RT, Sparnon AL, Ryan P. The importance of immediate cooling--a case series of childhood burns in Vietnam. Burns : journal of the International Society for Burn Injuries 2002;28:173-6.
900. Yava A, Koyuncu A, Tosun N, Kilic S. Effectiveness of local cold application on skin burns and pain after transthoracic cardioversion. Emergency medicine journal : EMJ 2012;29:544-9.
901. Skinner AM, Brown TLH, Peat BG, Muller MJ. Reduced Hospitalisation of burns patients following a multi--media campaign that increased adequacy of first aid treatment. Burns : journal of the International Society for Burn Injuries 2004;30:82-5.
902. Wasiak J, Cleland H, Campbell F, Spinks A. Dressings for superficial and partial thickness burns. The Cochrane database of systematic reviews 2013;3:CD002106.
903. Murad MK, Husum H. Trained lay first responders reduce trauma mortality: a controlled study of rural trauma in Iraq. Prehosp Disaster Med 2010;25:533-9.
904. Wall HK, Beagan BM, O'Neill J, Foell KM, Boddie-Willis CL. Addressing stroke signs and symptoms through public education: the Stroke Heroes Act FAST campaign. Prev Chronic Dis 2008;5:A49.
905. Chamberlain DA, Hazinski MF. Education in resuscitation. Resuscitation 2003;59:11-43.
906. Kudenchuk PJ, Redshaw JD, Stubbs BA, et al. Impact of changes in resuscitation practice on survival and neurological outcome after out-of-hospital cardiac arrest resulting from nonshockable arrhythmias. Circulation 2012;125:1787-94.
907. Steinberg MT, Olsen JA, Brunborg C, et al. Minimizing pre-shock chest compression pauses in a cardiopulmonary resuscitation cycle by performing an earlier rhythm analysis. Resuscitation 2015;87:33-7.
908. Swor R, Khan I, Domeier R, Honeycutt L, Chu K, Compton S. CPR training and CPR performance: do CPR-trained bystanders perform CPR? Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine 2006;13:596-601.
909. Tanigawa K, Iwami T, Nishiyama C, Nonogi H, Kawamura T. Are trained individuals more likely to perform bystander CPR? An observational study. Resuscitation 2011;82:523-8.
910. Nielsen AM, Isbye DL, Lippert FK, Rasmussen LS. Can mass education and a television campaign change the attitudes towards cardiopulmonary resuscitation in a rural community? Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine 2013;21:39.
911. Sasson C, Haukoos JS, Bond C, et al. Barriers and facilitators to learning and performing cardiopulmonary resuscitation in neighborhoods with low bystander cardiopulmonary resuscitation prevalence and high rates of cardiac arrest in Columbus, OH. Circ Cardiovasc Qual Outcomes 2013;6:550-8.
912. King R, Heisler M, Sayre MR, et al. Identification of factors integral to designing community-based CPR interventions for high-risk neighborhood residents. Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors 2015;19:308-12.
913. Greenberg MR, Barr GC, Jr., Rupp VA, et al. Cardiopulmonary resuscitation prescription program: a pilot randomized comparator trial. The Journal of emergency medicine 2012;43:166-71.
914. Blewer AL, Leary M, Esposito EC, et al. Continuous chest compression cardiopulmonary resuscitation training promotes rescuer self-confidence and increased secondary training: a hospital-based randomized controlled trial*. Critical care medicine 2012;40:787-92.
915. Brannon TS, White LA, Kilcrease JN, Richard LD, Spillers JG, Phelps CL. Use of instructional video to prepare parents for learning infant cardiopulmonary resuscitation. Proc (Bayl Univ Med Cent) 2009;22:133-7.
916. Haugk M, Robak O, Sterz F, et al. High acceptance of a home AED programme by survivors of sudden cardiac arrest and their families. Resuscitation 2006;70:263-74.
917. Knight LJ, Wintch S, Nichols A, Arnolde V, Schroeder AR. Saving a life after discharge: CPR training for parents of high-risk children. J Healthc Qual 2013;35:9-16; quiz7.
918. Barr GC, Jr., Rupp VA, Hamilton KM, et al. Training mothers in infant cardiopulmonary resuscitation with an instructional DVD and manikin. J Am Osteopath Assoc 2013;113:538-45.
919. Plant N, Taylor K. How best to teach CPR to schoolchildren: a systematic review. Resuscitation 2013;84:415-21.
920. Bohn A, Van Aken HK, Mollhoff T, et al. Teaching resuscitation in schools: annual tuition by trained teachers is effective starting at age 10. A four-year prospective cohort study. Resuscitation 2012;83:619-25.
921. Song KJ, Shin SD, Park CB, et al. Dispatcher-assisted bystander cardiopulmonary resuscitation in a metropolitan city: A before-after population-based study. Resuscitation 2014;85:34-41.
922. Mancini ME, Cazzell M, Kardong-Edgren S, Cason CL. Improving workplace safety training using a self-directed CPR-AED learning program. AAOHN J 2009;57:159-67; quiz 68-9.
923. Cason CL, Kardong-Edgren S, Cazzell M, Behan D, Mancini ME. Innovations in basic life support education for healthcare providers: improving competence in cardiopulmonary resuscitation through self-directed learning. J Nurses Staff Dev 2009;25:E1-E13.
924. Einspruch EL, Lynch B, Aufderheide TP, Nichol G, Becker L. Retention of CPR skills learned in a traditional AHA Heartsaver course versus 30-min video self-training: a controlled randomized study. Resuscitation 2007;74:476-86.
925. Lynch B, Einspruch EL, Nichol G, Becker LB, Aufderheide TP, Idris A. Effectiveness of a 30-min CPR self-instruction program for lay responders: a controlled randomized study. Resuscitation 2005;67:31-43.
926. Chung CH, Siu AY, Po LL, Lam CY, Wong PC. Comparing the effectiveness of video self-instruction versus traditional classroom instruction targeted at cardiopulmonary resuscitation skills for laypersons: a prospective randomised controlled trial. Hong Kong medical journal = Xianggang yi xue za zhi / Hong Kong Academy of Medicine 2010;16:165-70.
927. Roppolo LP, Pepe PE, Campbell L, et al. Prospective, randomized trial of the effectiveness and retention of 30-min layperson training for cardiopulmonary resuscitation and automated external defibrillators: The American Airlines Study. Resuscitation 2007;74:276-85.
928. Smith KK, Gilcreast D, Pierce K. Evaluation of staff's retention of ACLS and BLS skills. Resuscitation 2008;78:59-65.
929. Woollard M, Whitfeild R, Smith A, et al. Skill acquisition and retention in automated external defibrillator (AED) use and CPR by lay responders: a prospective study. Resuscitation 2004;60:17-28.
930. Woollard M, Whitfield R, Newcombe RG, Colquhoun M, Vetter N, Chamberlain D. Optimal refresher training intervals for AED and CPR skills: a randomised controlled trial. Resuscitation 2006;71:237-47.
931. Andresen D, Arntz HR, Grafling W, et al. Public access resuscitation program including defibrillator training for laypersons: a randomized trial to evaluate the impact of training course duration. Resuscitation 2008;76:419-24.
932. Beckers SK, Fries M, Bickenbach J, et al. Retention of skills in medical students following minimal theoretical instructions on semi and fully automated external defibrillators. Resuscitation 2007;72:444-50.
933. Kirkbright S, Finn J, Tohira H, Bremner A, Jacobs I, Celenza A. Audiovisual feedback device use by health care professionals during CPR: a systematic review and meta-analysis of randomised and non-randomised trials. Resuscitation 2014;85:460-71.
934. Mundell WC, Kennedy CC, Szostek JH, Cook DA. Simulation technology for resuscitation training: a systematic review and meta-analysis. Resuscitation 2013;84:1174-83.
935. Andreatta P, Saxton E, Thompson M, Annich G. Simulation-based mock codes significantly correlate with improved pediatric patient cardiopulmonary arrest survival rates. Pediatric critical care medicine : a journal of the Society of Critical Care Medicine and the World Federation of Pediatric Intensive and Critical Care Societies 2011;12:33-8.
936. Neily J, Mills PD, Young-Xu Y, et al. Association between implementation of a medical team training program and surgical mortality. Jama 2010;304:1693-700.
937. Thomas EJ, Taggart B, Crandell S, et al. Teaching teamwork during the Neonatal Resuscitation Program: a randomized trial. Journal of perinatology : official journal of the California Perinatal Association 2007;27:409-14.
938. Gilfoyle E, Gottesman R, Razack S. Development of a leadership skills workshop in paediatric advanced resuscitation. Medical teacher 2007;29:e276-83.
939. Edelson DP, Litzinger B, Arora V, et al. Improving in-hospital cardiac arrest process and outcomes with performance debriefing. Archives of internal medicine 2008;168:1063-9.
940. Hayes CW, Rhee A, Detsky ME, Leblanc VR, Wax RS. Residents feel unprepared and unsupervised as leaders of cardiac arrest teams in teaching hospitals: a survey of internal medicine residents. Critical care medicine 2007;35:1668-72.
941. Marsch SC, Muller C, Marquardt K, Conrad G, Tschan F, Hunziker PR. Human factors affect the quality of cardiopulmonary resuscitation in simulated cardiac arrests. Resuscitation 2004;60:51-6.
942. Raemer D, Anderson M, Cheng A, Fanning R, Nadkarni V, Savoldelli G. Research regarding debriefing as part of the learning process. Simulation in healthcare : journal of the Society for Simulation in Healthcare 2011;6 Suppl:S52-7.
943. Byrne AJ, Sellen AJ, Jones JG, et al. Effect of videotape feedback on anaesthetists' performance while managing simulated anaesthetic crises: a multicentre study. Anaesthesia 2002;57:176-9.
944. Savoldelli GL, Naik VN, Park J, Joo HS, Chow R, Hamstra SJ. Value of debriefing during simulated crisis management: oral versus video-assisted oral feedback. Anesthesiology 2006;105:279-85.
945. Kurosawa H, Ikeyama T, Achuff P, et al. A randomized, controlled trial of in situ pediatric advanced life support recertification ("pediatric advanced life support reconstructed") compared with standard pediatric advanced life support recertification for ICU frontline providers*. Critical care medicine 2014;42:610-8.
946. Patocka C, Khan F, Dubrovsky AS, Brody D, Bank I, Bhanji F. Pediatric resuscitation training-instruction all at once or spaced over time? Resuscitation 2015;88:6-11.
947. Stross JK. Maintaining competency in advanced cardiac life support skills. Jama 1983;249:3339-41.
948. Jensen ML, Mondrup F, Lippert F, Ringsted C. Using e-learning for maintenance of ALS competence. Resuscitation 2009;80:903-8.
949. Kaczorowski J, Levitt C, Hammond M, et al. Retention of neonatal resuscitation skills and knowledge: a randomized controlled trial. Fam Med 1998;30:705-11.
950. Rea TD, Helbock M, Perry S, et al. Increasing use of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital ventricular fibrillation arrest: survival implications of guideline changes. Circulation 2006;114:2760-5.
951. Aufderheide TP, Yannopoulos D, Lick CJ, et al. Implementing the 2005 American Heart Association Guidelines improves outcomes after out-of-hospital cardiac arrest. Heart Rhythm 2010;7:1357-62.
952. Garza AG, Gratton MC, Salomone JA, Lindholm D, McElroy J, Archer R. Improved patient survival using a modified resuscitation protocol for out-of-hospital cardiac arrest. Circulation 2009;119:2597-605.
953. Deasy C, Bray JE, Smith K, et al. Cardiac arrest outcomes before and after the 2005 resuscitation guidelines implementation: evidence of improvement? Resuscitation 2011;82:984-8.
954. Bigham BL, Koprowicz K, Rea T, et al. Cardiac arrest survival did not increase in the Resuscitation Outcomes Consortium after implementation of the 2005 AHA CPR and ECC guidelines. Resuscitation 2011;82:979-83.
955. Jiang C, Zhao Y, Chen Z, Chen S, Yang X. Improving cardiopulmonary resuscitation in the emergency department by real-time video recording and regular feedback learning. Resuscitation 2010;81:1664-9.
956. Stiell IG, Wells GA, Field BJ, et al. Improved out-of-hospital cardiac arrest survival through the inexpensive optimization of an existing defibrillation program: OPALS study phase II. Ontario Prehospital Advanced Life Support. Jama 1999;281:1175-81.
957. Olasveengen TM, Tomlinson AE, Wik L, et al. A failed attempt to improve quality of out-of-hospital CPR through performance evaluation. Prehospital emergency care : official journal of the National Association

of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors 2007;11:427-33.

958. *Clarke S, Lyon R, Milligan D, Clegg G. Resuscitation feedback and targeted education improves quality of pre-hospital resuscitation in Scotland. Emergency Medicine Journal 2011;28(Suppl 1):A6.*
959. *Fletcher D, Galloway R, Chamberlain D, Pateman J, Bryant G, Newcombe RG. Basics in advanced life support: a role for download audit and metronomes. Resuscitation 2008;78:127-34.*
960. *Rittenberger JC, Guyette FX, Tisherman SA, DeVita MA, Alvarez RJ, Callaway CW. Outcomes of a hospital--wide plan to improve care of comatose survivors of cardiac arrest. Resuscitation 2008;79:198-204.*
961. *Wolfe H, Zebuhr C, Topjian AA, et al. Interdisciplinary ICU cardiac arrest debriefing improves survival outcomes*. Critical care medicine 2014;42:1688-95.*
962. *Hillman K, Chen J, Cretikos M, et al. Introduction of the medical emergency team (MET) system: a cluster--randomised controlled trial. Lancet 2005;365:2091-7.*
963. *Buist MD, Moore GE, Bernard SA, Waxman BP, Anderson JN, Nguyen TV. Effects of a medical emergency team on reduction of incidence of and mortality from unexpected cardiac arrests in hospital: preliminary study. Bmj 2002;324:387-90.*
964. *Beitler JR, Link N, Bails DB, Hurdle K, Chong DH. Reduction in hospital-wide mortality after implementation of a rapid response team: a long-term cohort study. Crit Care 2011;15:R269.*
965. *Chan PS, Khalid A, Longmore LS, Berg RA, Kosiborod M, Spertus JA. Hospital-wide code rates and mortality before and after implementation of a rapid response team. Jama 2008;300:2506-13.*
966. *Konrad D, Jaderling G, Bell M, Granath F, Ekbom A, Martling CR. Reducing in-hospital cardiac arrests and hospital mortality by introducing a medical emergency team. Intensive care medicine 2010;36:100-6.*
967. *Lighthall GK, Parast LM, Rapoport L, Wagner TH. Introduction of a rapid response system at a United States veterans affairs hospital reduced cardiac arrests. Anesthesia and analgesia 2010;111:679-86.*
968. *Santamaria J, Tobin A, Holmes J. Changing cardiac arrest and hospital mortality rates through a medical emergency team takes time and constant review. Critical care medicine 2010;38:445-50.*
969. *Hillman K, Chen J, Cretikos M, et al. Introduction of the medical emergency team (MET) system: a cluster--randomised controlled trial. Lancet 2005;365:2091-7.*
970. *Priestley G, Watson W, Rashidian A, et al. Introducing Critical Care Outreach: a ward-randomised trial of phased introduction in a general hospital. Intensive care medicine 2004;30:1398-404.*
971. *Kaldjian LC, Weir RF, Duffy TP. A clinician's approach to clinical ethical reasoning. Journal of general internal medicine 2005;20:306-11.*
972. *O'Neill O. Autonomy and trust in bioethics. Cambridge ; New York: Cambridge University Press; 2002.*
973. *Beauchamp TL, Childress JF. Principles of biomedical ethics. 6th ed. New York: Oxford University Press; 2009.*
974. *World Medical Association. Medical Ethics Manual. Second ed: World Medical Association; 2009.*
975. *Lippert FK, Raffay V, Georgiou M, Steen PA, Bossaert L. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 10. The ethics of resuscitation and end-of-life decisions. Resuscitation 2010;81:1445-51.*
976. *Morrison LJ, Kierzek G, Diekema DS, et al. Part 3: ethics: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Circulation 2010;122:S665-75.*
977. *Brody BA, Halevy A. Is futility a futile concept? J Med Philos 1995;20:123-44.*
978. *Swig L, Cooke M, Osmond D, et al. Physician responses to a hospital policy allowing them to not offer cardiopulmonary resuscitation. J Am Geriatr Soc 1996;44:1215-9.*
979. *Waisel DB, Truog RD. The cardiopulmonary resuscitation-not-indicated order: futility revisited. Annals of internal medicine 1995;122:304-8.*
980. *British Medical Association the Resuscitation Council (UK) and the Royal College of Nursing. Decisions relating to cardiopulmonary resuscitation. A joint statment from the British Medical Association, the Resuscitation Council (UK) and the Royal College of Nursing. London: British Medical Association; 2014.*
981. *Soholm H, Bro-Jeppesen J, Lippert FK, et al. Resuscitation of patients suffering from sudden cardiac arrests in nursing homes is not futile. Resuscitation 2014;85:369-75.*
982. *Committee on Bioethics (DH-BIO) of the Council of Europe. Guide on the Decision-Making Process Regarding Medical Treatment in End-of-Life Situations2014.*
983. *Fritz Z, Cork N, Dodd A, Malyon A. DNACPR decisions: challenging and changing practice in the wake of the Tracey judgment. Clin Med 2014;14:571-6.*
984. *Etheridge Z, Gatland E. When and how to discuss "do not resuscitate" decisions with patients. Bmj 2015;350:h2640.*
985. *Xanthos T. 'Do not attempt cardiopulmonary resuscitation' or 'allowing natural death'? The time for resuscitation community to review its boundaries and its terminology. Resuscitation 2014;85:1644-5.*
986. *Salkic A, Zwick A. Acronyms of dying versus patient autonomy. Eur J Health Law 2012;19:289-303.*
987. *Johnston C, Liddle J. The Mental Capacity Act 2005: a new framework for healthcare decision making. J Med Ethics 2007;33:94-7.*
988. *Shaw D. A direct advance on advance directives. Bioethics 2012;26:267-74.*
989. *Resuscitation Council (UK). Quality Standards for cardiopulmonary resuscitation practice and training. Acute Care. London: Resuscitation Council (UK); 2013.*
990. *Andorno R, Biller-Andorno N, Brauer S. Advance health care directives: towards a coordinated European policy? Eur J Health Law 2009;16:207-27.*
991. *Staniszewska S, Haywood KL, Brett J, Tutton L. Patient and public involvement in patient-reported outcome measures: evolution not revolution. Patient 2012;5:79-87.*
992. *Lannon R, O'Keeffe ST. Cardiopulmonary resuscitation in older people – a review. . Reviews in Clinical Gerontology 2010;20:20-9.*
993. *Becker TK, Gausche-Hill M, Aswegan AL, et al. Ethical challenges in Emergency Medical Services: controversies and recommendations. Prehosp Disaster Med 2013;28:488-97.*
994. *Nordby H, Nohr O. The ethics of resuscitation: how do paramedics experience ethical dilemmas when faced with cancer patients with cardiac arrest? Prehosp Disaster Med 2012;27:64-70.*
995. *Fraser J, Sidebotham P, Frederick J, Covington T, Mitchell EA. Learning from child death review in the USA, England, Australia, and New Zealand. Lancet 2014;384:894-903.*
996. *Ulrich CM, Grady C. Cardiopulmonary resuscitation for Ebola patients: ethical considerations. Nurs Outlook 2015;63:16-8.*
997. *Torabi-Parizi P, Davey RT, Jr., Suffredini AF, Chertow DS. Ethical and practical considerations in providing critical care to patients with ebola virus disease. Chest 2015;147:1460-6.*
998. *Zavalkoff SR, Shemie SD. Cardiopulmonary resuscitation: saving life then saving organs? Critical care medicine 2013;41:2833-4.*
999. *Orioles A, Morrison WE, Rossano JW, et al. An under-recognized benefit of cardiopulmonary resuscitation: organ transplantation. Critical care medicine 2013;41:2794-9.*
1000. *Gillett G. Honouring the donor: in death and in life. J Med Ethics 2013;39:149-52.*
1001. *Mentzelopoulos SD, Bossaert L, Raffay V, et al. A survey of ethical resuscitation practices in 32 European countries Resuscitation 2015;In Press.*
1002. *Hurst SA, Becerra M, Perrier A, Perron NJ, Cochet S, Elger B. Including patients in resuscitation decisions in Switzerland: from doing more to doing better. J Med Ethics 2013;39:158-65.*
1003. *Gorton AJ, Jayanthi NV, Lepping P, Scriven MW. Patients' attitudes towards "do not attempt resuscitation" status. J Med Ethics 2008;34:624-6.*
1004. *Freeman K, Field RA, Perkins GD. Variation in local trust Do Not Attempt Cardiopulmonary Resuscitation (DNACPR) policies: a review of 48 English healthcare trusts. BMJ Open 2015;5:e006517.*
1005. *Field RA, Fritz Z, Baker A, Grove A, Perkins GD. Systematic review of interventions to improve appropriate use and outcomes associated with do-not-attempt-cardiopulmonary-resuscitation decisions. Resuscitation 2014;85:1418-31.*
1006. *Micallef S, Skrifvars MB, Parr MJ. Level of agreement on resuscitation decisions among hospital specialists and barriers to documenting do not attempt resuscitation (DNAR) orders in ward patients. Resuscitation 2011;82:815-8.*
1007. *Pitcher D, Smith G, Nolan J, Soar J. The death of DNR. Training is needed to dispel confusion around DNAR. Bmj 2009;338:b2021.*
1008. *Davies H, Shakur H, Padkin A, Roberts I, Slowther AM, Perkins GD. Guide to the design and review of emergency research when it is proposed that consent and consultation be waived. Emergency medicine journal : EMJ 2014;31:794-5.*
1009. *Mentzelopoulos SD, Mantzanas M, van Belle G, Nichol G. Evolution of European Union legislation on emergency research. Resuscitation 2015;91:84-91.*
1010. *Booth MG. Informed consent in emergency research: a contradiction in terms. Sci Eng Ethics 2007;13:351-9.*
1011. *World Medical Association. Guidance on good clinical practice CPMP/ICH/135/95. World Medical Association; 2013.*
1012. *Perkins GD, Bossaert L, Nolan J, et al. Proposed revisions to the EU clinical trials directive--comments from the European Resuscitation Council. Resuscitation 2013;84:263-4.*
1013. *Lemaire F. Clinical research in the ICU: response to Kompanje et al. Intensive care medicine 2014;40:766.*
1014. *McInnes AD, Sutton RM, Nishisaki A, et al. Ability of code leaders to recall CPR quality errors during the resuscitation of older children and adolescents. Resuscitation 2012;83:1462-6.*
1015. *Gabbott D, Smith G, Mitchell S, et al. Cardiopulmonary resuscitation standards for clinical practice and training in the UK. Resuscitation 2005;64:13-9.*
1016. *Perkins GD, Jacobs IG, Nadkarni VM, et al. Cardiac arrest and cardiopulmonary resuscitation outcome reports: Update of the Utstein resuscitation registry templates for out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2014.*
1017. *Daya MR, Schmicker RH, Zive DM, et al. Out-of-hospital cardiac arrest survival improving over time: Results from the Resuscitation Outcomes Consortium (ROC). Resuscitation 2015;91:108-15.*
1018. *Grasner JT, Herlitz J, Koster RW, Rosell-Ortiz F, Stamatakis L, Bossaert L. Quality management in resuscitation--towards a European cardiac arrest registry (EuReCa). Resuscitation 2011;82:989-94.*
1019. *Grasner JT, Bossaert L. Epidemiology and management of cardiac arrest: what registries are revealing. Best practice & research Clinical anaesthesiology 2013;27:293-306.*
1020. *Wnent J, Masterson S, Grasner JT, et al. EuReCa ONE - 27 Nations, ONE Europe, ONE Registry: a prospective observational analysis over one month in 27 resuscitation registries in Europe - the EuReCa ONE study protocol. Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine 2015;23:7.*

Resuscitation 2016
Iceland - Reykjavik
24 - 25 September 2016

How to teach the new guidelines?

RESUSCITATION 2016

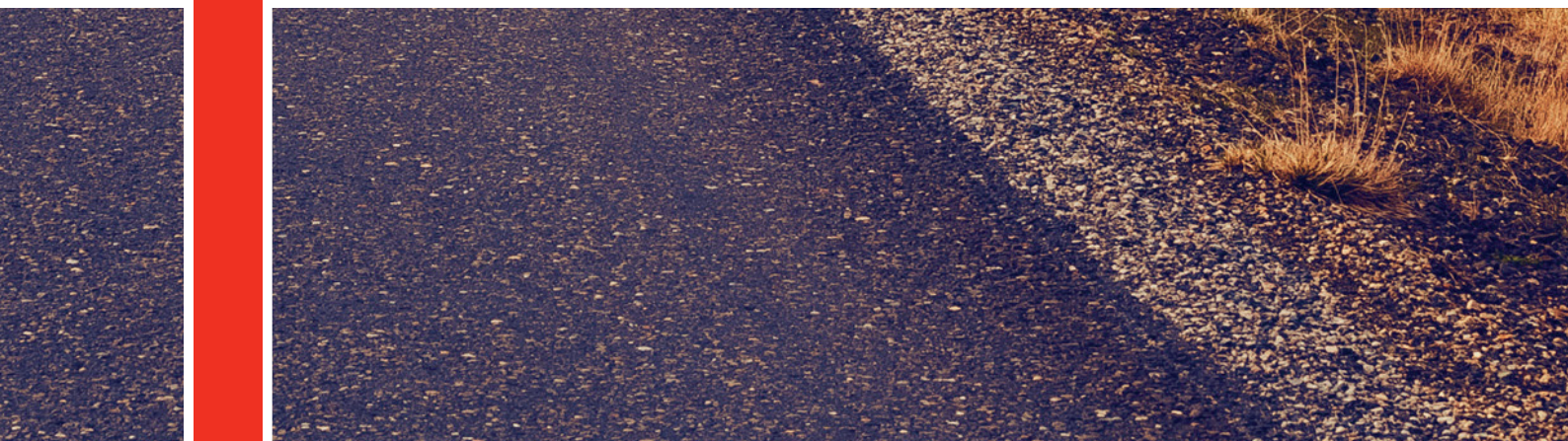
The ERC congress on EDUCATION

#ERC16REYKJAVIK

EUROPEAN RESUSCITATION COUNCIL

Endurlífgunarráð
Icelandic Resuscitation Council IceRC

www.resuscitation2016.eu - congress@erc.edu
www.erc.edu - info@erc.edu



RESUSCITACE '16

VI. ODBORNÉ SYMPOSIUM ČESKÉ RESUSCITAČNÍ RADY

ČRR

2.–3. června 2016

Konferenční centrum City, Praha

www.resuscitace.cz