učební texty Univerzity Karlovy

ZÁKLADY ANESTEZIOLOGIE A INTENZIVNÍ MEDICÍNY PRO STOMATOLOGY

Jan Kunstýř
Pavel Michálek
Jan Bláha
Michal Pořízka
a kolektiv

KAROLINUM

Základy anesteziologie a intenzivní medicíny pro stomatology

Jan Kunstýř, Pavel Michálek, Jan Bláha, Michal Pořízka a kolektiv

———

Recenzovali:
prof. MUDr. Roman Gál, Ph.D.
doc. MUDr. Tomáš Vymazal, Ph.D., MHA

Vydala Univerzita Karlova
Nakladatelství Karolinum
Praha 2025
Redakce Jana Jindrová
Sazba DTP Nakladatelství Karolinum
Vytiskla tiskárna Nakladatelství Karolinum
První vydání

© Univerzita Karlova, 2025
© Jan Kunstýř, Pavel Michálek, Jan Bláha, Michal Pořízka a kol., 2025

ISBN 978-80-246-6080-6
ISBN 978-80-246-6108-7 (pdf)



Univerzita Karlova
Nakladatelství Karolinum

www.karolinum.cz
ebooks@karolinum.cz

OBSAH

1 RESUSCITACE

1.1 Definice pojmů (*P. Michálek*) . . . 9
1.2 Etiologie zástavy oběhu (*P. Michálek*) . . . 12
1.3 Základní neodkladná resuscitace u dospělých (*P. Michálek*) . . . 15
1.4 Rozšířená neodkladná resuscitace dospělých – základní principy (*P. Michálek*) . . . 21
1.5 Zajištění dýchacích cest u resuscitace (*P. Michálek*) . . . 28
1.6 Léky používané při resuscitaci (*P. Michálek*) . . . 34
1.7 Závažné poruchy srdečního rytmu (*P. Michálek*) . . . 37
1.8 Defibrilace (*P. Michálek*) . . . 41
1.9 Specifika resuscitace u dětí (*P. Michálek*) . . . 44
1.10 Akutní koronární syndromy (*P. Michálek*) . . . 51
1.11 Hromadná neštěstí, medicína katastrof (*P. Michálek*) . . . 56
1.12 Akutní stavy ve stomatologické praxi (*P. Michálek*) . . . 61

2 ANESTEZIOLOGIE A PERIOPERAČNÍ MEDICÍNA

2.1 Definice pojmů v anesteziologii (*P. Michálek*) . . . 69
2.2 Příprava pacienta k anestezii před stomatologickým a stomatochirurgickým výkonem (*M. Svítek*) . . . 71
2.3 Farmakologie látek používaných k celkové anestezii (*J. Kunstýř*) . . . 76
2.3.1 Nitrožilní anestetika a benzodiazepiny . . . 78
2.3.2 Opioidy a neopioidní analgetika . . . 81
2.3.3 Oxid dusný a volatilní anestetika . . . 84
2.3.4 Svalová relaxancia . . . 87
2.4 Zajištění dýchacích cest v průběhu anestezie (*P. Michálek*) . . . 90
2.4.1 Algoritmy pro obtížné zajištění dýchacích cest (*P. Michálek*) . . . 96
2.5 Regionální anestezie (*P. Michálek*) . . . 102
2.5.1 Techniky místní a regionální anestezie ve stomatologii a stomatochirurgii (*V. Ščigel*) . . . 104
2.6 Monitorace v anestezii a pooperační péči (*P. Michálek*) . . . 113
2.6.1 Standardní monitorace . . . 113
2.6.2 Rozšířená monitorace . . . 116
2.6.3 Monitorace funkce respiračního systému . . . 117
2.6.4 Ostatní monitorace . . . 118
2.6.5 Bezpečnostní prvky anesteziologického přístroje . . . 119
2.7 Anestezie u akutního výkonu, regurgitace, aspirace (*P. Michálek*) . . . 121
2.8 Zajištění žilního přístupu v anestezii a pooperační péči (*P. Michálek*) . . . 125
2.8.1 Periferní žilní kanyla . . . 125
2.8.2 Zajištění centrálního žilního vstupu . . . 127
2.8.3 Alternativní možnost zajištění přístupu do žilního řečiště . . . 130
2.9 Urgentní léky v perioperačním období (*J. Kunstýř*) . . . 132
2.10 Závažné komplikace v anesteziologii a perioperační péči . . . 135

2.10.1 Hypotenze a hypertenze (*J. Kunstýř*) . . . 135
2.10.2 Poruchy srdečního rytmu (*J. Kunstýř*) . . . 138
2.10.3 Život ohrožující krvácení, řešení krevní ztráty (*J. Bláha*) . . . 141
2.10.4 Anafylaxe a maligní hypertermie (*P. Michálek*) . . . 146
2.11 Specifika anestezie u operačních výkonů . . . 150
2.11.1 Základy anestezie u dětí (*P. Michálek*) . . . 150
2.11.2 Anestezie pro výkony v oblasti hlavy a krku (*P. Michálek*) . . . 156
2.11.3 Anestezie v maxilofaciální chirurgii (*I. Darázs*) . . . 160
2.11.4 Anestezie u pacientů s otokem v oblasti hlavy a krku (*I. Darázs*) . . . 163
2.11.5 Celková anestezie v ambulantní stomatologické praxi (*R. Šachl*) . . . 166

3 POOPERAČNÍ PÉČE
3.1 Zásady pooperační péče v anesteziologii (*P. Michálek*) . . . 173
3.2 Léčba akutní bolesti ve stomatologii a stomatochirurgii (*P. Nosková*) . . . 178

4 NEODKLADNÁ A INTENZIVNÍ MEDICÍNA
4.1 Šokové stavy (*M. Pořízka*) . . . 185
4.2 SIRS, sepse (*M. Pořízka*) . . . 189
4.3 Základy umělé plicní ventilace (*M. Pořízka*) . . . 194
4.4 Respirační insuficience dospělých, ARDS (*M. Pořízka*) . . . 200
4.5 Poruchy vědomí a bezvědomí (*M. Pořízka*) . . . 208
4.6 Poranění hlavy a krku (*T. Henlín*) . . . 212
4.7 Polytrauma (*M. Pořízka*) . . . 217
4.8 Nozokomiální infekce a antibiotika v intenzivní péči (*M. Lipš*) . . . 221
4.9 Tonutí a poškození chladem, teplem a elektrickým proudem (*M. Pořízka*) . . . 226
4.10 Akutní plicní embolie (*J. Kunstýř*) . . . 231
4.11 Akutní srdeční selhání (*J. Kunstýř*) . . . 235
4.12 Náhlá příhoda břišní – diferenciální diagnostika a léčba (*M. Pořízka*) . . . 240
4.13 Urgentní stavy v porodnictví (*J. Bláha*) . . . 247
4.14 Akutní respirační insuficience v dětském věku (*P. Michálek*, *P. Srnský*) . . . 255

5 VARIA
5.1 Etické aspekty v perioperační a intenzivní medicíně (*K. Rusinová*) . . . 263
5.2 Význam simulační medicíny, chyba v medicíně, CRM (*A. Novotný*) . . . 268

Zkratky . . . 271
Rejstřík . . . 276

1
RESUSCITACE

1.1 DEFINICE POJMŮ

Základní neodkladná resuscitace (basic life support, BLS)
Souhrn kroků vedoucích k obnově životních funkcí, který je poskytován na místě zásahu (zástavy oběhu). Skládá se z nepřímé masáže srdeční (C – circulation), manévrů na zprůchodnění dýchacích cest (A – airway), dýchání z úst do úst (B – breathing) a manuálních manévrů při aspiraci cizího tělesa. BLS provádí laik nebo zdravotník bez použití pomůcek (je však vhodné nasadit si obličejovou roušku). Automatizovaný externí defibrilátor je použit, pokud je k dispozici.

Telefonicky asistovaná neodkladná resuscitace (TANR)
Telefonická instruktáž laických zachránců, kteří telefonují na dispečink záchranné služby z místa vzniku pravděpodobné náhlé zástavy oběhu (NZO). Spočívá zejména v identifikaci NZO, v motivaci a instruktáži k provádění neodkladné resuscitace a v zajištění optimální organizace pomoci na místě události. Zvyšuje šanci přežití zástavy oběhu v terénu až o 50 %.

Rozšířená neodkladná resuscitace (advanced life support, ALS)
Používá se v Evropě, včetně České republiky. Jde o soubor postupů používaných zdravotníky při zástavě oběhu. Zahrnuje: D – elektrická defibrilace, E – monitorace EKG, F – podání tekutin a léků, G – rozvaha, stanovení příčiny zástavy oběhu, H – ochrana mozkových funkcí, I – transport na jednotku intenzivní péče. Algoritmy jsou rozdílné pro defibrilovatelné příčiny zástavy oběhu (defibrilace) a nedefibrilovatelné příčiny (masáž srdeční, adrenalin). Je nutné věnovat pozornost potenciálně reverzibilním příčinám – 4H (hypoxie, hypovolémie, hyperkalémie / hypokalémie / metabolické příčiny, hypotermie) a 4T (trombóza, tenzní pneumotorax, tamponáda srdeční, toxické látky / účinky léků).

Kardiopulmonární resuscitace s asistencí mechanické podpory ECMO (E-CPR)
Od postupů uvedených v předchozím bodě se E-CPR liší tím, že pacient je napojen na mimotělní membránovou oxygenaci ve veno-arteriálním zapojení (extracorporeal membrane oxygenation, VA-ECMO). Evropská resuscitační rada (ERC) reflektuje narůstající evidenci o prospěšnosti ECPR jako „rescue“ postupu u vybraných pacientů se srdeční zástavou, u kterých konvenční postupy selhávají, nebo jako podpory k usnadnění specifických intervencí (perkutánní koronární intervence, plicní trombektomie u akutní plicní embolie, zahřátí pacienta u hypotermické zástavy). Proto ERC ve svých doporučeních z roku 2021 jako jednu z pěti

„top messages“ doporučuje zahájení ECPR u refrakterní zástavy oběhu v případech, kdy je to technicky možné.

Rozšířená srdeční resuscitace (advanced cardiac life support, ACLS)

Používá se především v USA. Jedná se o soubor klinických postupů, které jsou používány v neodkladné péči pro akutní léčbu zástavy oběhu, akutních koronárních syndromů, cévních mozkových příhod a ostatních kardiovaskulárních neodkladných stavů. ACLS může provádět pouze kvalifikovaný zdravotnický personál. Začíná obvykle analýzou srdečního rytmu na EKG. Podle American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care (Guidelines AHA, 2020).

Rozšířená resuscitace při úrazu (advanced trauma life support, ATLS)

Soubor postupů, které zajistí systematickou zdravotnickou péči o kriticky nemocného pacienta s úrazem. Skládá se ze zhodnocení stavu pacienta, resuscitačních postupů, stabilizace stavu a další péče podle mnemotechnické pomůcky AcBCDE: Ac – airway / cervical spine (průchodnost dýchacích cest, imobilizace krční páteře), B – breathing (kontrola ventilace), C – circulation (kontrola oběhu a krvácení), D – disability (kontrola neurologického stavu), E – exposure (fyzikální vyšetření pacienta, kontrola teploty).

Rozšířená neodkladná resuscitace u dětí (paediatric advanced life support, PALS)

Soubor postupů, které jsou používány zdravotníky při léčbě akutních, život ohrožujících stavů u dětí. Pokrývají postupy samotné kardiopulmonální resuscitace, ale i diagnostiku a zvládání stavů, které zástavě oběhu předcházejí – hlavně respirační insuficience a šokových stavů.

Zástava oběhu

Akutní situace, při níž došlo (z jakékoli příčiny) k přerušení cirkulace krve v krevním oběhu a porušení dodávky okysličené krve do cílových orgánů a tkání. Zástava oběhu může být primární (přerušení činnosti srdce), nebo sekundární (zástava oběhu následkem poruchy oxygenace/ventilace). Příčiny neúčinného srdečního rytmu v průběhu zástavy oběhu jsou buď defibrilovatelné (fibrilace komor, bezpulzová komorová tachykardie), nebo nedefibrilovatelné (asystolie, bezpulzová elektrická aktivita).

Defibrilovatelné příčiny: Typy hemodynamicky neúčinného srdečního rytmu, které je možné zrušit pomocí defibrilace elektrickým proudem. Fibrilace komor – nekoordinované rychlé míhání srdečních komor, hrubovlnná nebo jemná. Bezpulzová komorová tachykardie – rychlé, pravidelné stahy srdečních komor, široké komplexy QRS na EKG, frekvence > 100/min. Není hmatný pulz na periferii, pacient nereaguje.

Nedefibrilovatelné příčiny: Typy hemodynamicky neúčinného srdečního rytmu, které není možné zvrátit pomocí defibrilace elektrickým proudem. Prováděna nepřímá masáž srdeční a opakovaně podáván adrenalin (1 mg u dospělého, 0,01 $mg \cdot kg^{-1}$ u dětí). Asystolie – nulová elektrická aktivita na EKG. Bezpulzová elektrická aktivita (pulseless electrical activity, PEA), dříve označovaná jako elektromechanická disociace – na EKG je patrna elektrická aktivita, může vypadat i jako pravidelný rytmus, ale není hmatný pulz na periferii, pacient nereaguje.

Akutní koronární syndrom (acute coronary syndrome, ACS)

Projev ischemické choroby srdeční způsobený trombotickou komplikací aterosklerotického plátu v koronárním řečišti. Dělí se na non-STEMI ACS (nestabilní angina pectoris, non-Q infarkt myokardu) a STEMI ACS (Q infarkt myokardu, non-Q infarkt myokardu). Zahrnut v ERC Guidelines 2015. Management spočívá v podání duální antiagregace (kyselina acetylsalicylová, klopidogrel), kyslíku, analgetik (morfin) a nitrátů při systolickém krevním tlaku ≥ 90 mmHg. Kauzální léčbou je koronární perkutánní intervence.

Rozšířená resuscitace na bojišti (battlefield advanced trauma life support, BATLS)

Soubor postupů, které zajistí systematickou zdravotnickou péči a kvalifikovaný odsun bojovníka ve válečné situaci (role 1 až role 3). Oproti jiným algoritmům se prioritně řeší zástava krvácení, poté AcBCDE (viz ATLS).

Čas obnovy spontánního oběhu (restore of spontaneous circulation, ROSC)

Časový úsek, po který trvala zástava oběhu. Čas do návratu efektivního srdečního rytmu – tedy s dostatečným perfuzním krevním tlakem.

ERC Guidelines

Závazné postupy Evropské resuscitační rady (European Resuscitation Council, ERC) pro základní i rozšířenou neodkladnou resuscitaci. V současnosti se pracuje na verzi, která bude publikována v prosinci 2025.

Doporučená literatura

Česká resuscitační rada. 2020. *Doporučené postupy* (online), www.resuscitace.cz.

Djakow, J. 2018. Neodkladná resuscitace u dětí. *Pediatrie pro praxi* 19: 159–165.

Foglesong, A., Mathew, D. 2020. Pulseless Ventricular Tachycardia. *StatPearls* PMID:32119354.

Franěk, O. 2009. *Manuál dispečera zdravotnického operačního střediska*. Brno: Computer Press.

Guidelines AHA. 2020. American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Professional Heart Daily.*

Klementa, B. et al. *Resuscitace.* Olomouc: Epava.

Perkins, G. D. et al. 2021. European Resuscitation Council Guidelines 2021. *Resuscitation* 161: 1–60.

1.2 ETIOLOGIE ZÁSTAVY OBĚHU

Etiologie zástavy oběhu je rozdílná u dospělých a u dětí. Příčina zástavy oběhu je u dospělých většinou kardiální (tab. 1.1), u dětí většinou extrakardiální (sekundární, hypoxická zástava oběhu). Prognóza je lepší, pokud dojde k zástavě v nemocničním zařízení.

Tab. 1.1 Příčiny náhlé srdeční zástavy u dospělých

Příčina	Četnost
ischemická choroba srdeční (ICHS)	65–70 %
jiné typy strukturálního srdečního onemocnění – vrozené anomálie koronárních tepen, myokarditida, hypertrofická kardiomyopatie, arytmogenní kardiomyopatie pravé komory srdeční	10 %
poruchy rytmu bez strukturálního onemocnění srdce – syndrom dlouhého QT, syndrom Brugadových, syndrom Wolf–Parkinson–White (WPW), katecholaminergní polymorfní komorová tachykardie (VT)	5–10 %
extrakardiální příčina – trauma, krvácení, intoxikace, plicní embolie, tonutí, obstrukce dýchacích cest	15–25 %

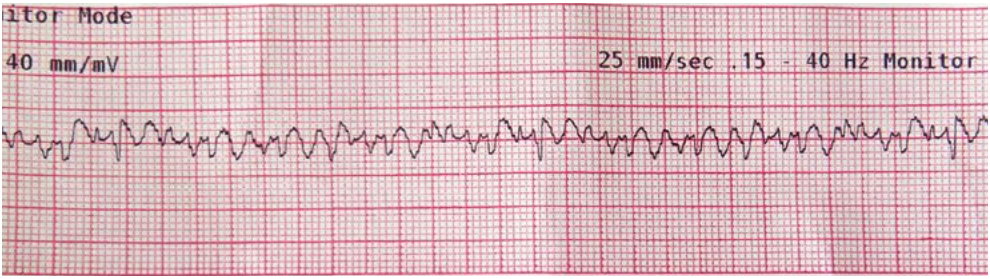
Dospělí

Náhlá srdeční zástava (náhlá zástava oběhu) a náhlá srdeční smrt = náhlé přerušení spontánní/fyziologické srdeční aktivity s oběhovým selháním. Nejčastější příčinou je strukturální onemocnění srdce (ischemická choroba srdeční). Obvyklý rytmus diagnostikovaný časně na EKG je fibrilace komor (VF; obr. 1.1) nebo bezpulzová komorová tachykardie (VT; obr. 1.2). Méně často se jedná o závažnou bradyarytmii nebo bezpulzovou elektrickou aktivitu (pulseless electrical activity, PEA; obr. 1.3). Pacienti s implantovaným kardioverterem/defibrilátorem (ICD) mají relativně často PEA.

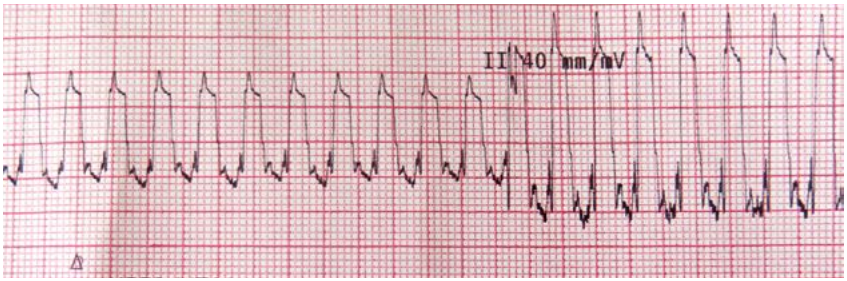
U části dospělých jsou před započetím VF/VT patrny spontánní závažné poruchy rytmu – krátké úseky monomorfní/polymorfní VT, které se spontánně vertují zpět na původní rytmus.

Děti

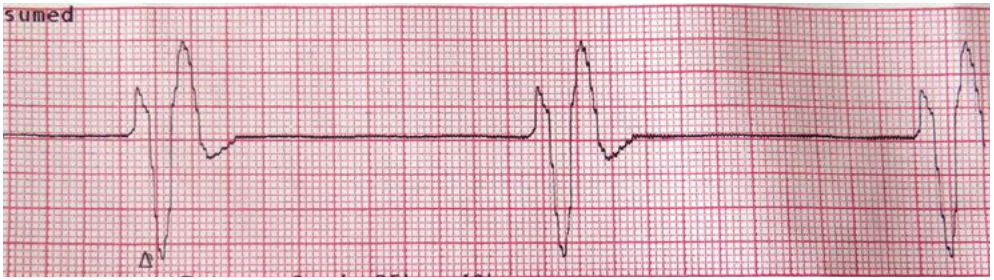
V USA dojde za rok přibližně k 16 000 zástavám oběhu u dětí (významně více u dětí do 1 roku věku). Extrakardiální příčiny zástavy oběhu jsou u dětí častější než kardiální. Většinou nastává zástava oběhu sekundárně následkem akutní respirační patologie (dušení, záněty) –



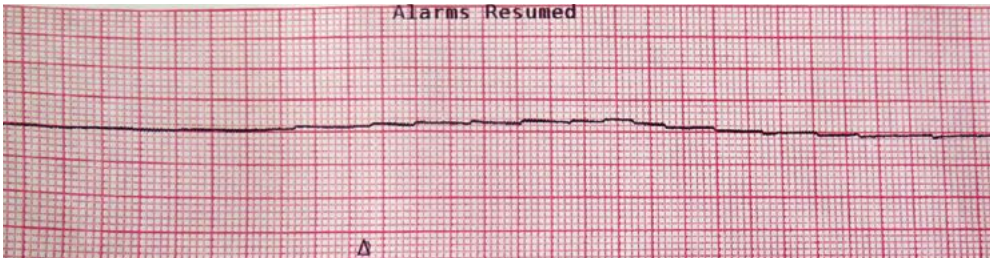
Obr. 1.1 Fibrilace komor



Obr. 1.2 Bezpulzová komorová tachykardie



Obr. 1.3 Bezpulzová elektrická aktivita



Obr. 1.4 Asystolie

tzv. hypoxická zástava oběhu. Dalšími extrakardiálními příčinami jsou úrazy (dopravní nehoda, pád z výšky, elektrický proud), tonutí, intoxikace. Vzácněji může dojít k vagové zástavě oběhu při úderu do hrudníku, do oblasti plexus solaris.

Primárně kardiální příčiny se u dětí dělí na elektrické (syndrom prodlouženého QT intervalu, katecholaminergní polymorfní VT, preexcitační syndromy Wolf–Parkinson–White a Lown–Ganong–Levine) a strukturální (arytmogenní dysplazie pravé komory, hypertrofická nebo dilatační kardiomyopatie, vrozené anomálie koronárních tepen, myokarditida). K primárně kardiální příčině zástavy oběhu u dětí může dojít i při úrazu elektrickým proudem nebo intoxikaci kardiofarmaky. Na EKG u dětí, pokud je příčina sekundární, je vidět nejčastěji asystolie (obr. 1.4) nebo PEA, u kardiální příčiny může být VF nebo bezpulzová VT.

Syndrom náhlého úmrtí kojenců (sudden infant death syndrome, SIDS) je definován jako náhlá a vzhledem k předchozímu stavu neočekávaná smrt dítěte do jednoho roku, u které se nepodaří ani při pitvě nalézt příčinu smrti. Rizika na straně dítěte jsou poruchy CNS, nezralost, intrauterinní hypoxie, syndrom spánkové apnoe, chronická hypoxie, zimní měsíce, mužské pohlaví, febrilie. Rizika na straně matky představuje kouření, anémie, nízký věk, nízká sociální úroveň, drogy, infekce urogenitálního systému. Četnost celosvětově: 0,22 na 1 000 narozených dětí.

Doporučená literatura

Česká resuscitační rada. 2020. *Doporučené postupy* (online), www.resuscitace.cz.

Podrid, P. J. et al. 2016. Pathophysiology and Etiology of Sudden Cardiac Arrest. *UpToDate* (online), www.uptodate.com.

Tres, E. E. et al. 2010. Cardiac Arrest in Children. *Journal of Emergencies, Trauma & Shock* 3: 267–272.

1.3 ZÁKLADNÍ NEODKLADNÁ RESUSCITACE U DOSPĚLÝCH

Platný předpis: ERC Guidelines 2021

Náhlá zástava oběhu je u dospělých způsobena nejčastěji kardiální příčinou – akutním koronárním syndromem nebo maligní poruchou srdečního rytmu. Její okamžité rozpoznání a poskytnutí základní (laické) neodkladné resuscitace (BLS) před příjezdem záchranné služby jsou klíčovými faktory pro přežití oběti i zotavení neurologických funkcí. Mozková tkáň (především kůra) je schopná bez dodávky kyslíku a účinné perfuze přežít bez trvalého poškození za normotermických podmínek pouze 4–6 minut (delší dobu jen při celkové hypotermii).

Takzvaný řetězec přežití (chain of survival; obr. 1.5) má čtyři stupně:
1. časné rozpoznání zástavy oběhu a zavolání o pomoc;
2. časná laická kardiopulmonální resuscitace;
3. časná defibrilace u defibrilovatelné příčiny zástavy oběhu;
4. kvalitní poresuscitační péče při převozu i v nemocnici.



Obr. 1.5 Řetězec přežití u zástavy oběhu dospělých

Časné rozpoznání zástavy oběhu

Při náhlé poruše vědomí u spolupracovníka, kolemjdoucího, v dopravním prostředku apod. se nejprve ujistíme, zda zachráncům nehrozí nebezpečí (např. nepřehledná dopravní situace, riziko přenosu infekce při krvácení postiženého, požár, elektrický proud). Poté se zeptáme: „Jste v pořádku?“ Při absenci odpovědi provedeme bolestivý podnět (štípnutí do m. trapezius). Dále sledujeme dýchání – před kontrolou dechu provedeme záklon hlavy tahem za dolní čelist a tlakem na čelo (NE u podezření na trauma krční páteře). Pravidelné dýchání ve fyziologické frekvenci u dospělého (10–25/min) je známkou efektivního oběhu, apnoe nebo nepravidelné, lapavé dýchání (gasping) je známkou neefektivního oběhu.

- Ke každému, u něhož pozorujeme poruchu vědomí a absenci dýchání nebo gasping, bychom měli přistupovat jako k osobě se zástavou oběhu.
- Osobu, která dýchá pravidelně a probouzí se na oslovení nebo na bolestivý podnět, ponecháme v poloze, ve které je, přivoláme pomoc a v pětiminutových intervalech kontrolujeme životní funkce (vědomí, dýchání, případně i oběh).
- Postiženého, který pravidelně dýchá a je v bezvědomí, uložíme do zotavovací polohy na bok (obr. 1.6) a do příjezdu zdravotnické záchranné služby (ZZS) kontrolujeme, zda normálně dýchá.



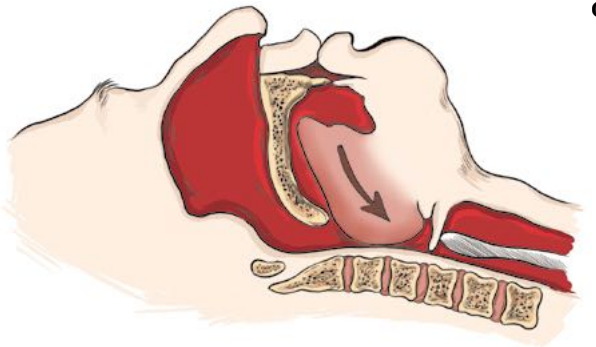
Obr. 1.6 Zotavovací poloha na boku



Obr. 1.7 Záklon hlavy



Obr. 1.8 Esmarchův hmat (trojitý hmat)



Obr. 1.9 Oblast velofaryngeální

Při podezření na zástavu oběhu postupujeme v sekvenci ABC: Položíme postiženého na záda a provedeme záklon hlavy (obr. 1.7), případně – pokud jsme zdravotníci – lze provést trojitý Esmarchův hmat (obr. 1.8), který se skládá z otevření úst, předsunutí dolní čelisti a záklonu hlavy (záklon hlavy se neprovádí u podezření na trauma krční páteře – např. pád z kola, autonehoda, bezvědomí po skoku do vody, pád z výšky). Účelem tohoto manévru je zprůchodnění dýchacích cest v oblasti velofaryngu (obr. 1.9), tj. místa, kde kořen jazyka naléhá na měkké patro. Zde nejčastěji dochází k obstrukci dýchacích cest, zvláště v poloze na zádech, kvůli ztrátě svalového tonu při závažné poruše vědomí. Kontrola dýchání po provedení záklonu hlavy by neměla trvat déle než 10 sekund.

Zavolání o pomoc

Jestliže jsou dva zachránci, první zahajuje resuscitaci a druhý volá integrovaný záchranný systém (univerzální linka v Evropě 112 nebo 155 pouze v ČR). Jeden zachránce volá sám, neopouští postiženého, ideálně nastaví telefon na hlasitý odposlech a reaguje na pokyny dispečera.

Časná kardiopulmonální resuscitace

Po zavolání o pomoc požádá zachránce další osobu o přinesení automatizovaného externího defibrilátoru (AED) v místech, kde je k dispozici – letiště, stadiony, obchodní centra.

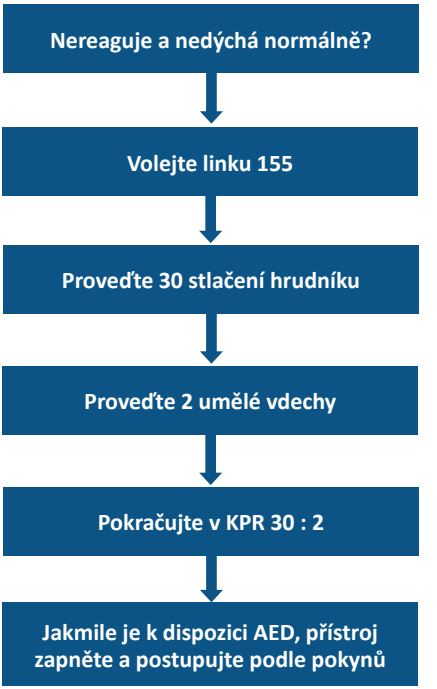


Obr. 1.10 Technika nepřímé masáže srdeční



Obr. 1.11 Umělé vdechy při resuscitaci dospělého

Neprodleně zahajujeme nepřímou masáž srdce, která se provádí na rozhraní střední a dolní třetiny hrudní kosti (sterna) nataženýma spojenýma rukama (obr. 1.10) do hloubky přibližně 5–6 cm u dospělých. Po 30 stlačeních frekvencí 100–120/min (přibližně dvě komprese za sekundu) jsou provedeny dva umělé vdechy (obr. 1.11). Poté pokračujeme v nepřímé srdeční masáži do té doby, než je dostupný AED. Algoritmus základní neodkladné resuscitace dospělých je na obrázku 1.12.



Obr. 1.12 Algoritmus základní neodkladné resuscitace u dospělých

„Topless“ resuscitace

U některých postižených může mít zachránce hygienické nebo jiné důvody pro neprovedení dýchání z úst do úst. Může se jednat o jedince s infekční chorobou, intoxikací alkoholem, narkomany, bezdomovce, stavy po zvracení. I když pravděpodobně samotná masáž srdeční není stejně efektivní pro přežití jako kompletní kardiopulmonální resuscitace (názory se rozcházejí), v těchto situacích je akceptovatelné pouze zahájení nepřímé masáže srdeční, přičemž druhý zachránce by měl provádět záklon hlavy k obnovení průchodnosti dýchacích cest.

Automatizovaný externí defibrilátor (AED)

AED je plně automatizovaný přístroj (obr. 1.13), který je účinný a bezpečný i v rukách laiků. Nejdříve nalepíme elektrody, u dospělých podle obrázku 1.14 – horní pod pravou klíční kost, dolní pod levou prsní bradavku. Během nalepování elektrod a spouštění AED nepřerušujeme



Obr. 1.13 Automatizovaný externí defibrilátor



Obr. 1.14 Nalepení defibrilačních elektrod

resuscitaci! Úkony s AED provádí druhá osoba. Přístroj po zapnutí vyhodnotí rytmus jako defibrilovatelný/nedefibrilovatelný a provede výboj při VF nebo VT. Zachránci musí věnovat pozornost slovním pokynům přístroje – po provedení výboje ihned znovu zahájit kardiopulmonální resuscitaci (KPR) a provádět ji 2 minuty, než AED vyzve k reanalýze rytmu. AED by měly být dostupné na letištích, ve velkých obchodních centrech, na úřadech, na sportovních stadionech a ve zdravotnických zařízeních, kde není bezprostředně dostupný personál školený v rozšířené neodkladné resuscitaci (ALS).

Zahájení a ukončení BLS

BLS by měla být zahájena vždy při diagnostikované nebo suspektní zástavě oběhu – s výjimkou situací uvedených níže.

BLS nezahajujeme u osob v potvrzené terminální fázi neléčitelného onemocnění, při stavech neslučitelných se životem (např. oddělení hlavy od těla, jiná devastující poranění), při jistých známkách smrti (rigor mortis, posmrtné skvrny), pokud existuje dokumentované přání oběti, že si nepřeje resuscitovat. Zvážit BLS je nezbytné také v případě, že zachránci hrozí nějaké nebezpečí.

BLS je ukončena předáním postiženého ZZS, návratem účinného oběhu a dýchání. Teoreticky může být ukončena při vyčerpání zachránce nebo po 20–30 minutách účinné KPR bez objevení se hemodynamicky účinného srdečního rytmu (prodloužení intervalu při podchlazení a intoxikacích). Maximální dojezdový čas ZZS by měl být 20 minut (podle zákona č. 374/2011 Sb.).

Komplikace při BLS

Komplikace mohou být rozděleny na rizika/komplikace pro postiženého a pro zachránce (tab. 1.2).

Tab. 1.2 Možná rizika a komplikace spojené s BLS u dospělých

Rizika/komplikace pro postiženého	Rizika/komplikace pro zachránce
zlomeniny žeber (13–97 %)	únava, vyčerpání
zlomenina sterna (1–43 %)	svalový spazmus
hemoperikard	přenos infekce (AIDS, hepatitis, SARS, tuberkulóza)
poranění viscerálních orgánů	posttraumatická stresová porucha
poranění krční páteře	riziko přeneseného výboje při defibrilaci
regurgitace a aspirace	

Poresuscitační péče

Pokud dojde k obnově oběhu v průběhu BLS (pravidelná a dostatečná spontánní ventilace, případně návrat vědomí nebo se postižený aktivně brání masáži srdeční), postiženého kontinuálně monitorujeme, zda normálně dýchá, až do příjezdu ZZS. Při poloze na zádech provádíme záklon hlavy (trojitý hmat) k zabránění obstrukce horních cest dýchacích. Po předání ZZS tato dále provádí úkony ALS a transportuje postiženého do zdravotnického zařízení.

Doporučená literatura

Klementa, B. et al. 2014. *Resuscitace.* Olomouc: Epava.

Markstaller, K. et al. 2004. „Topless" Cardiopulmonary Resuscitation: Fashion or Science? *Anaesthetist* 53: 927–936.

Olasveengen, T. M. et al. 2021. European Resuscitation Council Guidelines 2021. Basic Life Support. *Resuscitation* 161: 98–114.

Yeung, J. et al. 2011. AED Training and Its Impact on Skill Acquisition, Retention, and Performance – A Systematic Review of Alternative Training Methods. *Resuscitation* 82: 657–664.

1.4 ROZŠÍŘENÁ NEODKLADNÁ RESUSCITACE DOSPĚLÝCH – ZÁKLADNÍ PRINCIPY

Platný předpis: ERC Guidelines 2021

Rozšířená neodkladná resuscitace (ALS) u dospělých je poskytována zdravotníky (záchranář, lékař, sestra) za použití pomůcek pro zajištění dýchacích cest a ventilace, pro monitoraci vitálních funkcí, elektroimpulzoterapii a podávání léků, pro zajištění nitrožilního/intraoseálního přístupu (obr. 1.15). Primárně je ALS poskytována při zástavě oběhu v nemocničním zařízení (obr. 1.16), sekundárně po převzetí pacienta od laického zachránce v terénu.

Zahájení ALS, rozpoznání rytmu na EKG

Prvním krokem při zástavě oběhu (pacient nereagující na oslovení, s žádným nebo nepravidelným dýcháním, bez hmatného pulzu na periferii) je zahájení kardiopulmonální resuscitace podobně jako u BLS – 5 vdechů, nepřímá masáž srdeční s frekvencí 90–100 stlačení za minutu, poměr 30 : 2. Současně jsou nalepeny elektrody (nebo přiloženy elektrody manuálního defibrilátoru) a vyhodnocen srdeční rytmus. Pacient je připojen na zdroj kyslíku, ventilace v první fázi se provádí obličejovou maskou nebo je zavedena supraglotická pomůcka (i-gel nebo laryngeální maska). Principy zahájení/nezahájení/ukončení resuscitace jsou detailně popsány v kapitole 1.2.

Defibrilovatelné rytmy – fibrilace komor (VF), bezpulzová komorová tachykardie (pVT). Po analýze rytmu je proveden první výboj (energie 150–200 J pro bifázické defibrilátory) – poté pokračováno v KPR po dobu 2 min – druhý výboj (energie 200 J nebo více) – pokračováno v KPR po dobu 2 min – třetí výboj (energie maximálně 360 J). Po třetím výboji by měl být podán adrenalin 1 mg i.v. a amiodaron 300 mg pomalu i.v.

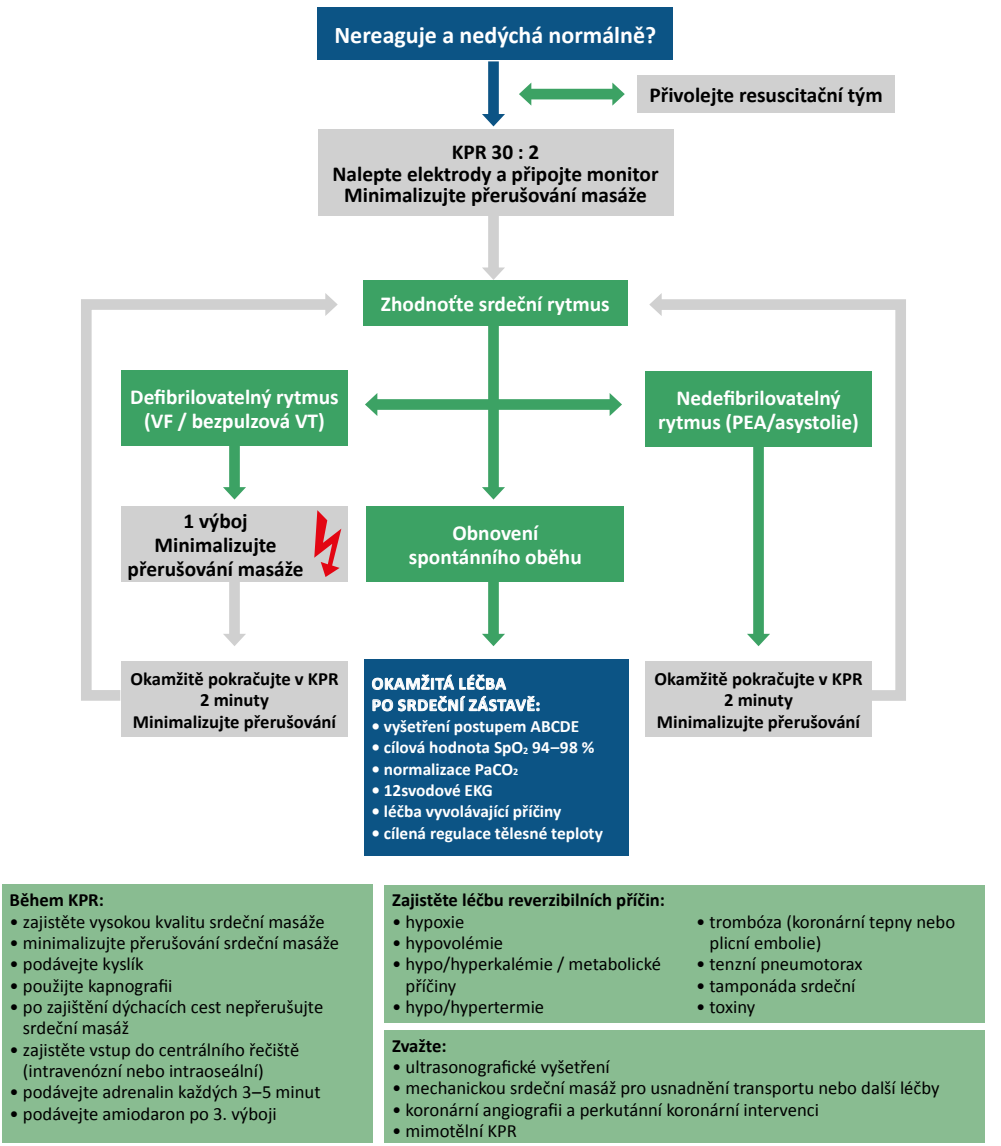
Nedefibrilovatelné rytmy – asystolie, bezpulzová elektrická aktivita (PEA). Pokračuje nepřímá masáž srdeční a ventilace, poměr 30 : 2. Časná aplikace 1 mg adrenalinu a dále každých 3–5 min. Analýza rytmu každé 2 minuty.

Během pokračující resuscitace jsou zajištěny 1–2 funkční periferní kanyly (alternativou je kanyla do v. jugularis externa nebo intraoseální přístup) a provedena tracheální intubace za minimálního přerušení nepřímé masáže srdeční.

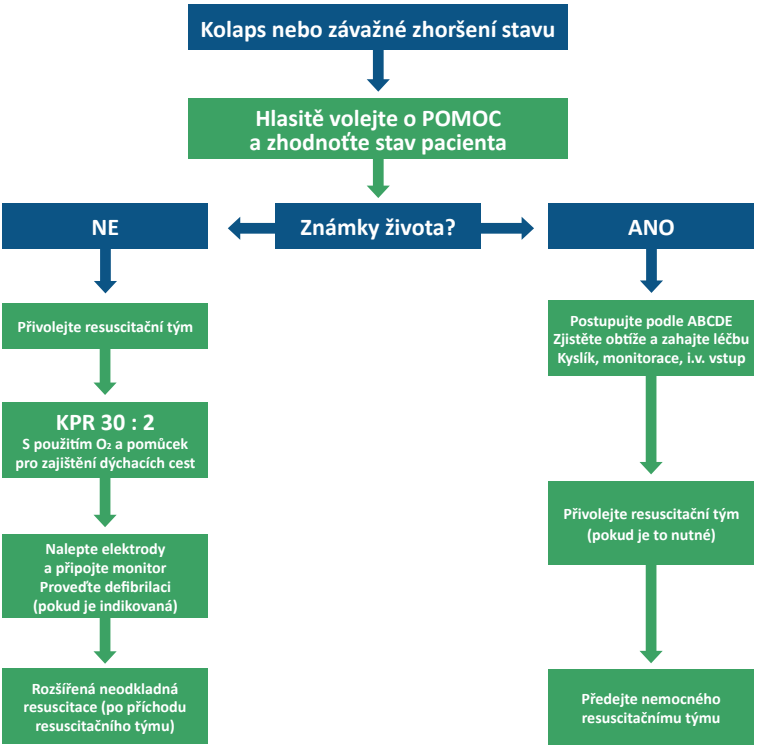
Po intubaci trachey (nebo i při ventilaci supraglotickou pomůckou) monitorujeme koncentraci oxidu uhličitého na konci výdechu ($EtCO_2$) pomocí kapnografie – umožní potvrzení polohy endotracheální kanyly i monitoraci účinné KPR/ROSC. Tracheální intubace při ALS je podle ERC Guidelines 2021 vyhrazena pouze velmi zkušeným lékařům v této metodě, ostatní by měli použít jednoduchou metodu (např. laryngeální maska, i-gel) a tracheální intubaci by měl provést až specialista po návratu spontánní cirkulace.

Prekordiální úder

Úder ulnární hrany sevřené pěsti do dolní poloviny sterna (prekordiální úder) byl dříve doporučovanou technikou verze defibrilovatelné zástavy oběhu (fibrilace komor / bezpulzová komorová tachykardie) na hemodynamicky účinný srdeční rytmus. V současnosti je možné jej použít, pouze pokud jsme jako zdravotníci svědky náhlé zástavy oběhu s VF/pVT na monitoru a není bezprostředně dostupný defibrilátor (ERC 2015 – v ERC 2021 jeho role není vůbec zmiňována).



Obr. 1.15 Postup rozšířené neodkladné resuscitace (podle České resuscitační rady)



Obr. 1.16 Postup resuscitace v nemocničním zařízení (podle České resuscitační rady)

Průběh resuscitace

Pokud nedojde k rychlé obnově spontánní cirkulace, musí zachránci urgentně zvážit diagnostiku potenciálně reverzibilních příčin náhlé zástavy oběhu, které můžeme označit jako „4H“ (hypoxie, hypovolémie, hypo/hyperkalémie + ostatní metabolické příčiny, hypo/hypertermie) a „4T“ (trombóza koronárních tepen nebo plicnice, tenzní pneumotorax, srdeční tamponáda, působení toxinů). Diagnostika a léčba reverzibilních příčin zástavy oběhu je sumarizována v tabulce 1.3.

Diagnóza a řešení 4H a 4T je možná i během vlastní resuscitace (postup FN Motol, Praha):

A Zajištění průchodnosti dýchacích cest – **hypoxémie/hypoxie** je zlepšena obnovením průchodnosti dýchacích cest a aplikací kyslíku.

B Zajištění ventilace – poslechově symetrické dýchání – při asymetrii předpokládej **tenzní pneumotorax**.

C Stabilizace oběhu – POCT echokardiografie hraje klíčovou roli v diagnostice/vyloučení: **hypovolémie** (kolabovaná dolní dutá žíla, nízká náplň levé komory srdeční v diastole), **plicní embolie** (dilatace pravé komory srdeční, která je větší než levá komora srdeční), **trombóza koronární tepny** (hypokineze levé komory, fibrilace komor), **tamponáda srdeční** (tekutina v perikardu utlačující pravou síň a komoru srdce).

Tab. 1.3 Potenciálně reverzibilní příčiny zástavy oběhu, jejich diagnostika a terapeutický zásah

Stav	Diagnóza	Opatření/léčba
„4H“		
hypoxémie/hypoxie	cyanóza, nízké SpO_2, PaO_2	obnovení průchodnosti dýchacích cest, 100% O_2
hypovolémie	krvácení, snížený kožní turgor, hypovolémie na TTE	i.v. bolus tekutin = 20–40 ml·kg^{-1}
hypokalémie	vyšetření krve	koncentrát KCl
hyperkalémie	vyšetření krve	diuretika, $NaHCO_3$, $CaCl_2$, 20% glukóza s inzulinem
hypotermie	měření teploty jádra	aktivní ohřev, ECMO
hypertermie	měření teploty jádra	aktivní chlazení, paracetamol
„4T“		
trombóza koronárních tepen	koronární angiografie	perkutánní koronární intervence
masivní plicní embolie	TTE/TEE – dilatace pravé komory srdeční	trombolýza, plicní embolektomie, ECMO
tenzní pneumotorax	asymetrická ventilace, ultrazvuk/skiaskopie hrudníku	dekomprese – punkce, hrudní drenáž
tamponáda srdeční	TTE/TEE – tekutina v perikardu (FAST)	perikardiální punkce, perikardotomie
toxiny	anamnéza, vyšetření krve, moči, zvratků	výplach žaludku, dialýza, ECMO

TTE – transtorakální echokardiografie, TEE – jícnová echokardiografie, ECMO – extrakorporální membránová oxygenace, FAST – cílené ultrazvukové vyšetření při traumatu

Diagnostika těchto příčin je možná ještě před zajištěním žilního vstupu. Další příčiny jsou vyloučeny po iniciálním odběru krevního vzorku: **hypo/hyperkalémie** a **acidóza**. Na závěr vyloučíme relativně vzácné reverzibilní příčiny změřením teploty: **hypo/hypertermie**. Toxiny jsou vyloučeny poslední pomocí anamnézy získané od záchranné služby či příbuzných a odběru biologického materiálu.

Detailní algoritmy diagnostiky a léčby stavů jsou dostupné na stránkách ERC Guidelines 2021 (https://cprguidelines.eu).

Prevence zástavy oběhu v nemocnici

V nemocnici nezahajujeme resuscitaci u pacientů v terminální fázi neléčitelného onemocnění (např. nádory, neurodegenerativní onemocnění, srdeční selhání), pokud je explicitně vyjádřeno přání neresuscitovat (do not resuscitate, DNR). Pokud má pacient omezení léčby, např. neintubovat (do not intubate, DNI), neresuscitovat, nejsou indikovány eliminační metody, vazopresory, musí to být zaznamenáno v dokumentaci s podpisem ošetřujícího lékaře. Resuscitace samozřejmě není zahajována, pokud jsou viditelné příznaky nezvratné smrti – posmrtná ztuhlost, skvrny.

Každé zdravotnické zařízení by mělo mít nastavený systém akutních opatření při zástavě oběhu. Ten zahrnuje:

- pravidelné vzdělávání a kontrolu znalostí/dovedností personálu v resuscitačních postupech u dospělých i dětí;
- dostatečné a pravidelné monitorování vitálních funkcí pacienta;
- jasné a stručné pokyny, jak postupovat při zhoršení stavu pacienta;
- jasné a stručné pokyny, jak a kam volat o pomoc při zhoršení stavu pacienta nebo při zástavě oběhu (např. supervizor intenzivní péče, resuscitační tým);
- systém monitorace vitálních funkcí v celé nemocnici podle úrovně péče (standardní lůžko, intermediární péče, intenzivní péče).

Tab. 1.4 Skórovací systém NEWS

Parametr	Hodnota	Počet bodů
dechová frekvence	≤ 8 9–11 12–20 21–24 > 25	+ 3 + 1 0 + 1 + 3
saturace kyslíkem (SpO_2)	≤ 91 % 92–93 % 94–95 % > 96 %	+ 3 + 2 + 1 0
nutnost oxygenoterapie	ano ne	+ 3 0
periferní tělesná teplota	≤ 35 °C 35,1–36 °C 36,1–38 °C 38,1–39 °C > 39,1 °C	+ 3 + 1 0 + 1 + 2
systolický krevní tlak	≤ 90 mmHg 91–100 mmHg 101–110 mmHg 111–219 mmHg > 220 mmHg	+ 3 + 2 + 1 0 + 3
srdeční frekvence	≤ 40 41–50 51–90 91–110 111–130 > 130	+ 3 + 1 0 + 1 + 2 + 3
vědomí (AVPU skóre)	A V, P nebo U	0 + 3

AVPU stupnice kvantitativní poruchy vědomí: A – alert (bdělý), V – response to voice (reaguje na oslovení), P – response to pain (reaguje na bolest), U – unresponsive (nereaguje)

Příkladem systému prevence život ohrožujících stavů a zástavy oběhu ve zdravotnickém zařízení je **National Early Warning System** (NEWS) používaný v UK (tab. 1.4). Systém NEWS 2 byl vytvořen v roce 2017 a je používán v současnosti i pro pacienty s infekcí COVID-19. Skóre 3 v jakémkoli z parametrů by mělo vyvolat okamžitou reakci, stejně jako náhlá změna skóre o 2 body v jednom z parametrů. Celkové skóre vyšší než 5 vyvolává podezření na septický nebo jiný kritický stav.

Mechanický systém pro komprese hrudníku

Systém Lucas (v současnosti dostupná verze Lucas 3; obr. 1.17) je mechanický systém pro komprese hrudníku používaný v přednemocniční neodkladné péči. Systém minimalizuje přerušení nepřímé masáže srdeční (například při únavě nebo střídání zachránců) a také uvolňuje záchranářům ruce k provádění jiných život zachraňujících zákroků – zajištění dýchacích cest, kanylace žíly.

VA-ECMO v resuscitaci

Veno-arteriální extrakorporální membránová oxygenace (VA-ECMO), která nahrazuje srdce jako pumpu a současně oxygenační funkci plic (obr. 1.18), je součástí protokolu extrakorporální resuscitace (ECPR). Resuscitovaní pacienti bez ROSC nebo s nestabilními / hemodynamicky neefektivními srdečními rytmy jsou po příjezdu do nemocnice co nejdříve připojeni na VA-ECMO, je provedena léčebná hypotermie a ihned indikována koronarografie k vyloučení



Obr. 1.17 Mechanický systém pro komprese hrudníku Lucas 3



Obr. 1.18 Veno-arteriální extrakorporální membránová oxygenace (VA-ECMO)

akutního koronárního syndromu a echokardiografie k vyloučení ostatních příčin šokového stavu. VA-ECMO je možné použít i u masivní plicní embolie před trombektomií. První výsledky protokolu ECPR ve srovnání s konvenční resuscitací jsou slibné (Prague-OHCA studie). Indikace k napojení na VA-ECMO je stále věcí odborných debat.

Pět nejdůležitějších bodů ALS podle ERC Guidelines 2021 je popsáno v tabulce 1.5.

Tab. 1.5 Pět nejdůležitějších doporučení pro ALS podle ERC Guidelines 2021

1.	Priority jsou kvalitně prováděná nepřímá masáž srdeční s minimálními přerušeními, časná defibrilace a léčba reverzibilních příčin zástavy oběhu.
2.	Před zástavou oběhu jsou často přítomny závažné příznaky, při jejichž včasném rozpoznání je možné zástavě oběhu předejít.
3.	Při zajištění dýchacích cest v průběhu resuscitace by měli intubovat pouze lékaři se zkušenostmi v tracheální intubaci.
4.	Při zástavě oběhu s nedefibrilovatelnou poruchou rytmu na EKG by měl být podán co nejrychleji adrenalin.
5.	U vybraných pacientů by mělo být zváženo použití extrakorporální resuscitace (ECPR) při selhání standardních postupů.

Doporučená literatura

Bělohlávek, J. et al. 2012. Hyperinvasive Approach to Out-of-hospital Cardiac Arrest Using Mechanical Chest Compression Device, Prehospital Intraarrest Cooling, Extracorporeal Life Support and Early Invasive Assessment Compared to Standard of Care. *Journal of Translational Medicine* 10: 163.

Belohlavek, J. et al. 2022. Effect of Intra-arrest Transport, Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation, and Immediate Invasive Assessment and Treatment on Functional Neurologic Outcome in Refractory Out-of-hospital Cardiac Arrest. *JAMA* 327: 737–747.

Durila, M. 2018. Reversible Causes of Cardiac Arrest 4 „Ts“ and 4 „Hs“ Can be Easily Diagnosed and Remembered Following General ABC Rule, Motol University Hospital Approach. *Resuscitation* 126: e7.

Klementa, B. et al. 2014. *Resuscitace.* Olomouc: Epava.

Lott, C. et al. 2021. European Resuscitation Council Guidelines 2021. Cardiac Arrest in Special Circumstances. *Resuscitation* 161: 152–219.

Soar, J. et al. 2021. European Resuscitation Council Guidelines 2021. Adult Advanced Life Support. *Resuscitation* 161: 115–151.