

Kardiopulmonálna resuscitácia v špeciálnych situáciách - hypotermia

Plný preklad odporúčaní ERC 2021

Ciele príspevku: Príspevok popisuje manažment a postupy kardiopulmonálnej resuscitácie u osôb s náhodnou hypotermiou. Je plným prekladom odporúčaní Európskej resuscitačnej rady (ERC) z roku 2021.

Po jeho preštudovaní bude čitateľ poznať faktory určujúce prežívanie pri náhodnej hypotermii, vrátane zasypania lavínou, manažment pacienta, vrátane smerovania a indikácií k použitiu ohrevu metódou mimotelovej podpory vitálnych funkcií, ako aj faktory určujúce prognózu pacienta.

Kľúčové slová: ERC, SRR, odporúčania, hypotermia, KPR, lavína, podchladenie.

Príspevok je určený pre záchranárov, urgentológov, intenzivistov.

Zdroje: Carsten L, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Cardiac arrest in special circumstances. Resuscitation 2021, <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.011>.

Odporúčania Európskej resuscitačnej rady 2021 – Zhrnutie. www.SRR.sk.



Preložil: MUDr. Štefan Trenkler, PhD. s použitím materiálu SRR

Edukačné a tréningové centrum, Mereia, a.s., Bratislava

Email: stefan.trenkler@mereia.sk

Vytvorené: 12. 1. 2022

Hypotermia

Náhodná hypotermia – algoritmus postupu:

- Zmerajte teplotu telesného jadra s použitím teplomeru na meranie nízkej teploty. U spontánne dýchajúcich pacientov merajte vo vonkajšom zvukovode, u pacientov s endotracheálnou kanylou alebo supraglotickou pomôckou s ezofageálnym derivačným kanálom v pažeráku (obr. 1).
- Kontrolujte vitálne funkcie počas jednej minúty.
- Kľúčové intervencie sú: a) prednemocničná tepelná izolácia, b) triedene - triáž, c) rýchly prevoz do nemocnice.
- Hypotermickí pacienti s rizikovými faktormi pre zastavenie srdca (napr. teplota telesného jadra < 30 °C, komorové arytmie, systolický tlak krvi < 90 mmHg) a postihnutí so zastavením srdca by mali byť transportovaní priamo na ohrev do centra s možnosťou mimotelovej podpory vitálnych funkcií (ECLS, Extracorporeal Life Support).
- Hypotermickí pacienti so zastavením srdca by mali počas transportu dostávať kontinuálnu KPR.
- Kompresie hrudníka a počet vdychov sú rovnaké ako počas KPR u normotermických pacientov.
- Ak pretrváva komorová fibrilácia po treťom výboji, odložte ďalšie pokusy o defibriláciu, kým teplota telesného jadra nebude > 30 °C.
- Nepodávajte adrenalin, ak je teplota telesného jadra < 30 °C.
- Ak je teplota telesného jadra > 30 °C, predĺžte intervaly podávania adrenalinu na 6 - 10 minút.
- Ak je nutný dlhší transport alebo je terén ťažko prístupný, odporúča sa použiť zariadenia na mechanické kompresie hrudníka.
- U hypotermických pacientov so zastavením srdca s teplotou < 28 °C je možné oddialiť KPR, ak by bola KPR na mieste príliš nebezpečná alebo nemožná. Ak je kontinuálna KPR nemožná, môže byť použitá intermitentná KPR (obr. 2).

- Nemocničná prognostifikácia úspešného ohrevu by mala byť založená na **HOPE** skóre: (Hypothermia Outcome Prediction after Extracorporeal life support for hypothermic cardiac arrest patients - pohlavie, asfyxia s hypotermiou, prvá hladina kália v sére, vek, trvanie KPR, teplota telesného jadra pri prijatí) alebo **ICE** skóre: [Impact, Confidence, Ease of implementation – pohlavie, asfyxia s hypotermiou, prvá hladina kália v sére). Klasická nemocničná prognostifikácia na základe hladiny sérového draslíka je menej spoľahlivá.
- Pri hypotermickom zastavení srdca by ohrievanie malo byť vykonané s použitím ECLS. Mimotelová membránová oxygenácia (ECMO) má prednosť pred kardiopulmonálnym bypasom (CPB).
- Ak nie je možné transportovať pacienta do centra s možnosťou ECLS v priebehu niekoľkých hodín (napr. 6 hodín), ohrievanie by malo byť začaté v periférnej nemocnici inými dostupnými spôsobmi.

Lavínová záchrana

- Pri zastavení srdca začnite piatimi vdychmi, keďže hypoxia je najpravdepodobnejšou príčinou zastavenia srdca (obr. 3).
- Ak je čas zasypania < 60 minút, použite štandardný algoritmus rozšírenej KPR (ALS).
- Ak je čas zasypania > 60 minút, u osôb bez známok obštrukcie dýchacích ciest a bez pridružených poranení nezlučiteľných so životom, vykonajte všetky resuscitačné opatrenia, vrátane ECLS ohrevu.
- Ak je čas zasypania > 60 minút a sú prítomné známky obštrukcie dýchacích ciest, považujte KPR za márný postup.
- Nemocničná prognostifikácia úspešného ohrevu by mala byť založená na HOPE skóre. Klasická triáž s hladinou sérového draslíka a teplotou telesného jadra (hraničná hodnota 7 mmol/l a 30 °C) je menej spoľahlivá.

Zdôvodnenia odporúčaní

Hypotermia

Náhodná hypotermia je neúmyselný pokles teploty jadra pod 35 °C. Ťažká hypotermia môže negatívne ovplyvniť vitálne funkcie, vrátane zastavenia srdca/obehu. U hypotermických pacientov **so spontánnou cirkuláciou** sú hlavnými opatreniami tepelná izolácia, prednemocničné triedenie (triáž) a prevoz do nemocnice za účelom ohriatia. U hypotermických pacientov **so zastavením obehu** môže kontinuálna KPR a ohrievanie s použitím e-CPR (mimotelová KPR) viesť k dobrému neurologickému výsledku aj pri dlhotrvajúcom neprítomnom alebo nízkom krvnom prietoku za predpokladu, že pred zastavením srdca došlo k hypotermii. Tieto odporúčania pomáhajú zlepšiť prednemocničné triedenie, transport a liečbu, ako aj nemocničný manažment podchladených pacientov.

Bol vykonaný úvodný, tzv. rámcový prehľad (scoping review) s použitím vyhľadávacieho nástroja PubMed (ku dňu 22. 2. 2020) s kľúčovými slovami „lavína“ a „záchrana“ (n = 100). Boli identifikované štyri systematické prehľady.¹⁶²⁻¹⁶⁵ Do analýzy boli zahrnuté relevantné články zo systematických prehľadov a odkazy na literatúru boli krížovo skontrolované na ďalšie publikácie.

Náhodná hypotermia

Prevenca zastavenia srdca

Náhodná hypotermia je neúmyselný pokles teploty jadra pod 35 °C.^{5,6} *Primárna hypotermia* je vyvolaná pôsobením chladu, *sekundárna hypotermia* je vyvolaná chorobou a inými vonkajšími príčinami. K primárnej hypotermii dochádza predovšetkým vo vonkajšom prírodnom prostredí (športovci a stratené osoby) a v mestskom prostredí (bezdomovci a intoxikovaní ľudia). K sekundárnej hypotermii dochádza stále častejšie u starých a polymorbídnych osôb vo vnútornom prostredí.^{166,167}

Zmerajte teplotu telesného jadra s použitím teplomeru na meranie nízkej teploty (obr. 1):^{168,169}

- vo vonkajšom zvukovode u spontánne dýchajúcich pacientov

- v pažeráku u pacientov, u ktorých sú dýchacie cesty zaistené endotracheálnou kanylou alebo supraglotickou pomôckou druhej generácie.

Ak ucho nie je dobre očistené od snehu a studenej vody, alebo nie je izolované proti chladnému prostrediu, údaj môže byť chybné nižší až o niekoľko stupňov.^{170,171}

Náhodná hypotermia postupne znižuje vitálne funkcie, až nakoniec úplne ustanú (tab. 1). Podchladení pacienti by mali byť chránení pred chladným prostredím minimalizáciou expozície a izoláciou a mali by byť čo najrýchlejšie prevezení do vhodnej nemocnice na ohriatie. Ohrievanie nie je možné počas krátkeho transportu (napr. < 1 hod).^{6,172,173} Podchladení pacienti s príznakmi prednemocničnej srdcovej nestability (t.j. systolický krvný tlak < 90 mmHg, komorová arytmia, teplota jadra < 30 °C) by sa mali v nemocnici ohrievať s použitím minimálne invazívnych techník. Ak je to možné, mali by byť priamo smerovaní do nemocnice s pohotovostnou mimotelovou podporou života (ECLS). Postupy ECLS sú indikované iba u pacientov so zlyhávajúcim obehom (napr. pokles krvného tlaku, väčšia acidóza) alebo so zastavením obehu.^{6,84} Primárne použitie ECLS by sa malo zvážiť aj u pacientov s EtCO₂ < 10 mmHg alebo systolickým krvným tlakom ≤ 60 mmHg.¹⁷⁴

Tabuľka 1 Staging náhodnej hypotermie⁶

Stupeň	Klinický nález	Teplota jadra (°C)
Hypotermia I mierna	Pri vedomí, triaška ^a	35 - 32
Hypotermia II stredná	Porucha vedomia, môže alebo nemusí byť triaška	< 32 - 28
Hypotermia III ťažká	Bezvedomie ^a , vitálne funkcie prítomné	< 28
Hypotermia IV závažná	Zdanlivá smrť; vitálne funkcie neprítomné	Rôzna ^b
^a Triaška a porucha vedomia môžu byť podmienené komorbidným ochorením (napr. trauma, patológia CNS, intoxikácia, atď.) alebo liekmi (napr. sedatíva, svalové relaxanciá, narkotiká atď.), nezávisle od teploty jadra ^b Riziko zastavenia srdca sa zvyšuje pri teplote < 32 °C, vyššie riziko majú starší a chorí; treba zvážiť alternatívne príčiny. Niektorí majú zachované vitálne funkcie aj pri teplote < 24 °C. ¹⁷⁵		

Manažment zastavenia srdca/obeahu

Najnižšia teplota, pri ktorej boli ohriatie a KPR úspešné, je v súčasnosti 11,8 °C pre náhodnú hypotermiu¹⁷⁶ a 4,2 °C pre indukovanú hypotermiu.¹⁷⁷ Pri aktuálnom systematickom prehľade sa našlo iba päť pacientov (vo veku 28 - 75 rokov), u ktorých došlo k zastaveniu srdca pri teplote jadra > 28 °C, čo naznačuje, že zastavenie srdca v dôsledku primárnej hypotermie pri teplote > 28 °C je možné, ale málo pravdepodobné.¹⁶⁴ Niektorí jedinci môžu mať prítomné minimálne vitálne funkcie aj pri teplote jadra < 24 °C.¹⁷⁵ To nevylučuje resuscitačné pokusy pri ešte nižších teplotách, ak klinické posúdenie naznačuje možnosť úspešnej resuscitácie.

Hlboko podchladená osoba sa môže javiť ako mŕtva, ale napriek tomu môže byť resuscitácia úspešná. Počas jednej minúty kontrolujte známky života - nielen klinickým vyšetrením, ale aj s použitím EKG, kapnografu a ultrazvuku.^{6,84} Pri hypotermickom zastavení srdca by sa mali zbierať informácie na odhad pravdepodobnosti prežitia s použitím skóre HOPE alebo ICE, alebo tradične na základe sérovej koncentrácie draslíka.^{162,163,178,179}

- Teplota jadra
- Mechanizmus vzniku hypotermie
- Trvanie KPR
- Pohlavie
- Zastavenie srdca so svedkom/bez svedka
- Prvý srdcový rytmus
- Trauma (na rozhodnutie, či je indikovaný ohrev s použitím ECLS s heparínom)
- Hladina draslíka v sére (v nemocnici).

Tieto informácie sú rozhodujúce pre prognózu a rozhodnutie, či je indikovaný ohrev s použitím ECLS. Pre hypotermické zastavenie obehu je najlepšie validovanou škálou HOPE (predpoveď výsledku pri hypotermickom zastavení obehu pri ohreve s použitím ECLS). Webová stránka na výpočet HOPE je: <https://www.hypothermiascore.org>.

Podchladení pacienti so zastavením srdca so svedkom i bez svedka majú dobré šance na neurologické zotavenie, ak sa hypotermia rozvinie pred hypoxiou a zastavením srdca a ak je funkčná reťaz prežitia.^{6,164,180-183} Podchladenie znižuje spotrebu kyslíka (pokles o 6 - 7 % na 1 °C) a tým chráni orgány, ktoré sú najviac závislé od kyslíka, t.j. mozog a srdce, pred hypoxickým poškodením.¹⁸⁴ Nedávny systematický prehľad u pacientov s hypotermickým zastavením srdca so svedkom (n = 214) uvádza prežívanie do prepustenia z nemocnice 73 %, pričom 89 % pacientov malo priaznivý celkový výsledok. Ďalší systematický prehľad o podchladených pacientoch so zastavením obehu bez svedka (n = 221) udával prežívanie 27 %, pričom 83 % malo dobrý neurologický výsledok. Treba poznamenať, že prvým rytmom u preživších bola v 48 % asystólia.¹⁶⁵ Pacienti s hypotermickým zastavením srdca by mali byť bez prerušenia resuscitovaní až do obnovenia obehu. Stláčanie hrudníka a frekvencia ventilácie by sa mali riadiť štandardným algoritmom rozšírenej KPR ako u normotermických pacientov. Hypotermické zastavenie srdca je často refraktérne na defibriláciu a adrenalín. Pokusy o defibriláciu boli úspešné u pacientov s teplotou jadra > 24 °C, obnovená cirkulácia ale býva pri nižšej teplote nestabilná.¹⁸⁵

Podchladené srdce nemusí reagovať na kardioaktívne lieky, pokusy o elektrickú stimuláciu a defibriláciu. Metabolizmus liekov je spomalený, čo vedie k potenciálne toxickým plazmatickým koncentráciám akéhokoľvek podávaného lieku.⁶ Dôkazy o účinnosti liekov pri ťažkej hypotermii sú obmedzené a zakladajú sa najmä na štúdiách na zvieratách. Napríklad pri ťažkom hypotermickom zastavení srdca je účinnosť amiodarónu znížená.¹⁸⁶ Adrenalín môže byť účinný pri zvyšovaní koronárneho perfúzneho tlaku, ale nezlepšuje prežívanie.^{187,188} Vazopresory môžu tiež zvýšiť šance na úspešnú defibriláciu, ale pri teplote jadra < 30 °C sinusový rytmus často degraduje späť na komorovú fibriláciu. Vzhľadom na to, že defibrilácia a adrenalín môžu vyvolať poškodenie myokardu, odporúča sa nepodávať adrenalín a ďalšie lieky, ako aj defibrilačné výboje, kým sa pacient neohreje na teplotu ≥ 30 °C. Po dosiahnutí teploty 30 °C by sa intervaly medzi dávkami liekov mali zdvojnásobiť v porovnaní s normotermiou (t.j. adrenalín každých 6 - 10 minút). Po vzostupe teploty na normotermické hodnoty (≥ 35 °C) je možné použiť štandardný postup.^{5,6}

Hypotermických pacientov so zastavením obehu treba podľa možnosti previesť priamo do ECLS centra na ohriatie. Pri primárnej hypotermii nie je zastavenie srdca bez svedkov s asystóliou ako prvým rytmom kontraindikáciou pre ohrievanie s použitím ECLS.¹⁶⁵ Pri hypotermickom zastavení srdca by sa malo ohrievanie vykonať s použitím ECLS, prednostne s ECMO a nie CPB.^{6,189,190} Ak ECLS nie je k dispozícii do 6 hodín, môže sa použiť iná technika ohrevu.^{183,191,192} Ak je potrebný dlhší transport, alebo ide o náročný terén, odporúča sa mechanická KPR. U podchladených pacientov so zastavením obehu a s telesnou teplotou < 28 °C sa môže použiť odložená KPR, ak je KPR príliš nebezpečná, alebo prerušovaná KPR, ak nie je možná nepretržitá KPR (obr. 2).⁸

Nemocničná prognóza úspešného ohriatia by mala byť založená na skóre HOPE alebo ICE (tabuľka 2), tradičná nemocničná prognóza s použitím draslíka v sére je menej spoľahlivá.^{162,163,178}

Po úspešnej resuscitácii sa odporúča postupovať podľa odporúčaní pre poresuscitačnú starostlivosť (balíčka - bundle starostlivosti po resuscitácii). Záchranný zdravotný systém a nemocnice by mali mať štruktúrované protokoly na zlepšenie prednemocničného triedenia, prepravy a liečby, ako aj nemocničného manažmentu podchladených pacientov.

Lavínová záchrana

Väčšina obetí lavín zomiera na asfyxiu.^{193,194} Obete lavín so zastavením srdca bez svedka majú nízku šancu na prežitie.¹⁹³⁻¹⁹⁵ Šanca na dobrý výsledok je lepšia, ak sa krvný obeh obnoví už počas prvých minút KPR.^{162,163,194} U pacientov so zastavením srdca by sa malo na začiatku podať päť záchranných vdychov, pretože hypoxia je najpravdepodobnejšou príčinou zastavenia srdca. Obete lavín so zastavením srdca a trvaním zasypania < 60 minút by mali byť manažované ako

normotermickí pacienti (obr. 3).

Štandardná rozšírená KPR by mala byť poskytovaná aspoň 20 minút.^{84,196,197} Obete lavíny s trvaním zasypania > 60 minút bez život ohrozujúceho poranenia majú dostať plnú resuscitačnú starostlivosť, vrátane ohrevu s použitím ECLS.^{6,84,197} Resuscitácia by sa mala považovať za márnú pri zastavení srdca so zasypaním > 60 minút a dôkazom nepriechodných dýchacích ciest.^{84,197} Nemocničná prognóza úspešnosti ohrevu by mala byť založená na skóre HOPE (tab.2).^{162,163} Tradičné triedenie na základe draslíka v sére a teploty jadra (hraničná hodnota 7 mmol/l, resp. 30 °C) môže byť menej spoľahlivé.¹⁷⁸ Po úspešnej liečbe sa odporúča postupovať podľa odporúčaní pre poresuscitačnú starostlivosť.

Tabuľka 2 Predikcia výsledku hypotermie po použití ECLS (HOPE) u pacientov s hypotermickým zastavením srdca. Popis parametrov ovplyvňujúcich HOPE s ohľadom na odhad pravdepodobnosti prežitia.

KPR je kardiopulmonálna resuscitácia, ECLS je mimotelová podpora života

	Definícia parametrov a kedy ich zaznamenať
Vek (roky)	Na mieste alebo v nemocnici
Pohlavie	Na mieste alebo v nemocnici
Teplota jadra	Prvé meranie pri prijatí do nemocnice
Sérový draslík (mmol/l)	Prvé meranie pri prijatí do nemocnice
Prítomnosť asfyxie	Asfyxia (hlava úplne pokrytá vodou alebo snehom) plus zastavenie srdca pri vyslobodení Žiadna asfyxia: ponorenie, vonkajšie alebo vnútorné vystavenie chladu
Trvanie KPR (min)	Údaje zaznamenané na mieste Od začatia základnej KPR do očakávaného začiatku ECLS. Údaje zaznamenané prednemocnične a nemocnične, ak je možné očakávať aplikáciu ECLS

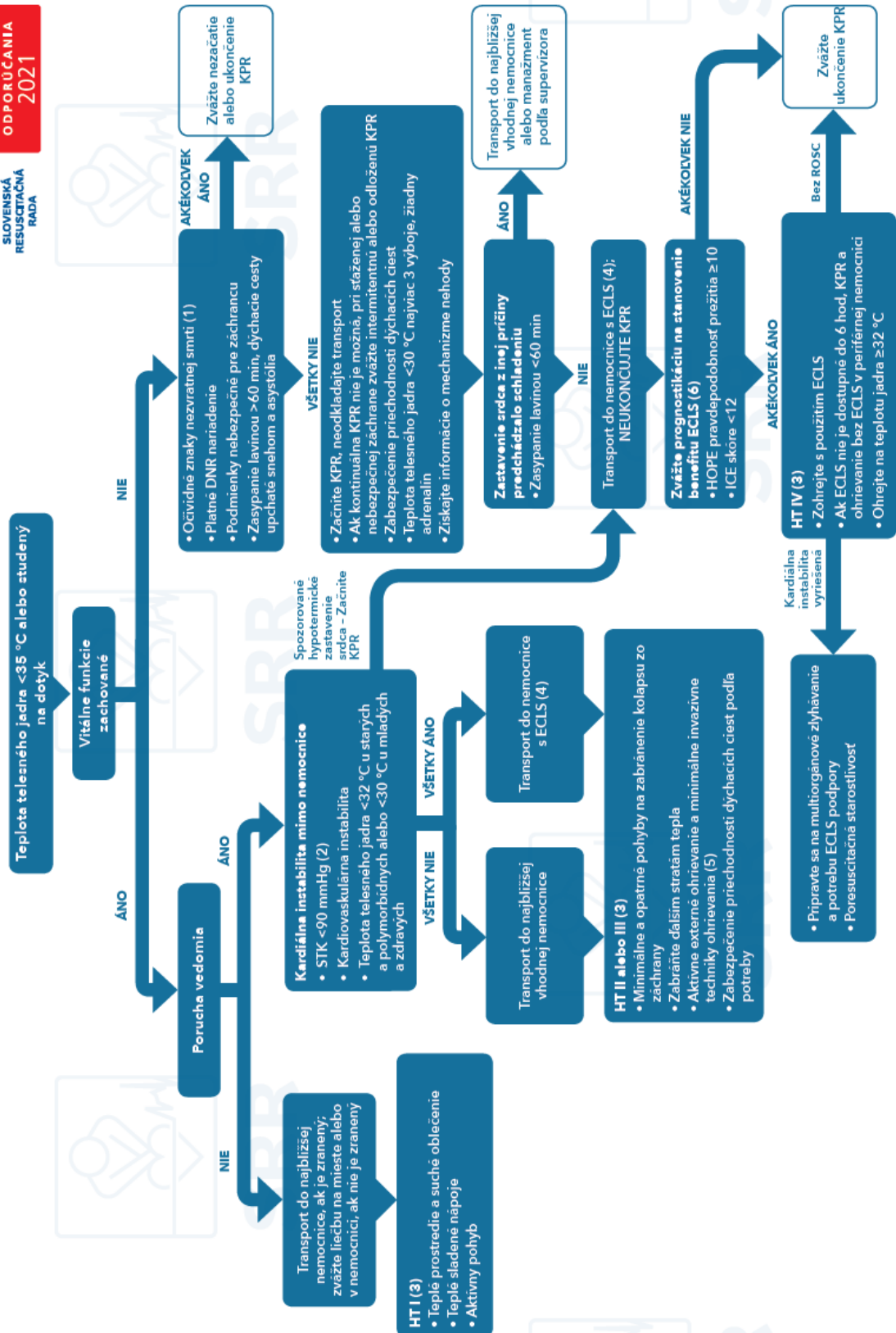
Literatúra

- Perkins GD, Graesner JT, Semeraro F, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021—executive summary. *Resuscitation* 2021;161.
- Brown DJ, Brugger H, Boyd J, Paal P. Accidental hypothermia. *N Engl J Med* 2012;367:1930-8.
- Paal P, Gordon L, Strapazzon G, et al. Accidental hypothermia-an update: the content of this review is endorsed by the International Commission for Mountain Emergency Medicine (ICAR MEDCOM). *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2016;24:111.
- Paal P, Milani M, Brown D, Boyd J, Ellerton J. Termination of cardiopulmonary resuscitation in mountain rescue. *High Altitude Med Biol* 2012;13:200-8.
- Gordon L, Paal P, Ellerton JA, et al. Delayed and intermittent CPR for severe accidental hypothermia. *Resuscitation* 2015;90:46-9.
- Truhlar A, Deakin CD, Soar J, et al. European Resuscitation Council Guidelines for resuscitation 2015: section 4. Cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation* 2015;95:148-201.
- Pasquier M, Hugli O, Paal P, et al. Hypothermia outcome prediction after extracorporeal life support for hypothermic cardiac arrest patients: the HOPE score. *Resuscitation* 2018;126:58-64.
- Pasquier M, Rousson V, Darocha T, et al. Hypothermia outcome prediction after extracorporeal life support for hypothermic cardiac arrest patients: an external validation of the HOPE score. *Resuscitation* 2019;139:321-8.
- Frei C, Darocha T, Debaty G, et al. Clinical characteristics and outcomes of witnessed hypothermic cardiac arrest: a syst. review on rescue collapse. *Resuscitation* 2019;137:41-8.
- Podsiadlo P, Darocha T, Svendsen OS, et al. Outcomes of patients suffering unwitnessed hypothermic cardiac arrest rewarmed with extracorporeal life support: a systematic review. *Artif Organs* 2020.
- Fujimoto Y, Matsuyama T, Morita S, et al. Indoor versus outdoor occurrence in mortality of accidental hypothermia in Japan: the Jpoint registry. *Ther Hypothermia Temp Manag* 2020;10:159-64.

167. Paal P, Rauch S. Indoor accidental hypothermia in the elderly: an emerging lethal entity in the 21st century. *Emerg Med* 2018;35: 667-8.
168. Strapazzon G, Procter E, Paal P, Brugger H. Pre-hospital core temperature measurement in accidental and therapeutic hypothermia. *High Alt Med Biol* 2014;15:104-11.
169. Pasquier M, Paal P, Kosinski S, et al. Esophageal temperature measurement. *N Engl J Med* 2020;383:e93.
170. Strapazzon G, Procter E, Putzer G, et al. Influence of low ambient temperature on epitympanic temperature measurement: a prospective randomized clinical study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2015;23:90.
171. Muth CM, Shank E, Hauser B, et al. Infrared ear thermometry in water-related accidents-not a good choice. *J Emerg Med* 2010;38:417-21.
172. Henriksson O, Lundgren PJ, Kuklane K, et al. Protection against cold in prehospital care: wet clothing removal or addition of a vapor barrier. *Wilderness Environ Med* 2015;26:11-20.
173. Lundgren P, Henriksson O, Naredi P, Bjornstig U. The effect of active warming in prehospital trauma care during road and air ambulance transportation—a clinical randomized trial. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2011;19:59.
174. Darocha T, Kosinski S, Jarosz A, et al. Should capnography be used as a guide for choosing a ventilation strategy in circulatory shock caused by severe hypothermia? Observational case-series study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2017;25:15.
175. Pasquier M, Zurron N, Weith B, et al. Deep accidental hypothermia with core temperature below 24 degrees c presenting with vital signs. *High Alt Med Biol* 2014;15:58-63.
176. Mroczek T, Gladki M, Skalski J. Successful CPR from accidental hypothermia of 11.8 °C: where is the lower bound for human beings? *Eur J Cardiothorac Surg* 2020;58:1091-2.
177. Stephen CR, Dent SJ, Hall KD, Smith WW. Physiologic reactions during profound hypothermia with cardioplegia. *Anesthesiology* 122:873-81.
178. Brugger H, Bouzat P, Pasquier M, et al. Cut-off values of serum potassium and core temperature at hospital admission for extracorporeal rewarming of avalanche victims in cardiac arrest: a retrospective multi-centre study. *Resuscitation* 2019;139:222-9.
179. Saczkowski Rs, Brown Dja, Abu-Laban Rb, et al. Prediction and risk stratification of survival in accidental hypothermia requiring extracorporeal life support: an individual patient data meta-analysis. *Resuscitation* 2018;127:51-7.
180. Gordon L, Paal P. Normothermic and hypothermic cardiac arrestBeware of Jekyll and Hyde. *Resuscitation* 2018;129: e10-e11.
181. Pasquier M, Paal P, Blancher M, Darocha T. Higher survival chances of hypothermic vs. normothermic cardiac arrest patients with ECLS re-warming. *Resuscitation* 2019;134:161-2.
182. Althaus U, Aeberhard P, Schupbach P, Nachbur BH, Muhlemann W. Management of profound accidental hypothermia with cardiorespiratory arrest. *Ann Surg* 1982;195:492-5.
183. Lexow K. Severe accidental hypothermia: survival after 6 hours 30 minutes of cardiopulmonary resuscitation. *Arctic Med Res* 1991;50:112-4.
184. Wood S. Interactions between hypoxia and hypothermia. *Annu Rev Physiol* 1991;53:71-85.
185. Mair P, Gasteiger L, Mair B, Stroehle M, Walpoth B. Successful defibrillation of four hypothermic patients with witnessed cardiac arrest. *High Alt Med Biol* 2019;20:71-7.
186. Stoner J, Martin G, O'Mara K, Ehlers J, Tomlanovich M. Amiodarone and bretylium in the treatment of hypothermic ventricular fibrillation in a canine model. *Acad Emerg Med* 2003;10:187-91.
187. Krismer AC, Lindner KH, Kornberger R, et al. Cardiopulmonary resuscitation during severe hypothermia in pigs: does epinephrine or vasopressin increase coronary perfusion pressure? *Anesth Analg* 2000;90:69-73.
188. Kornberger E, Lindner KH, Mayr VD, et al. Effects of epinephrine in a pig model of hypothermic cardiac arrest and closed-chest cardiopulmonary resuscitation combined with active rewarming. *Resuscitation* 2001;50:301-8.
189. Mazur P, Kosinski S, Podsiadlo P, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for accidental deep hypothermia-current challenges and future perspectives. *Ann Cardiothorac Surg* 2019;8:137-42.
190. Ruttman E, Weissenbacher A, Ulmer H, et al. Prolonged extracorporeal membrane oxygenation-assisted support provides improved survival in hypothermic patients with cardiocirculatory arrest. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007;134:594-600.
191. 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.

192. Kuhnke M, Albrecht R, Schefold JC, Paal P. Successful resuscitation from prolonged hypothermic cardiac arrest without extracorporeal life support: a case report. *J Med Case Rep* 2019;13:354.
193. Boue Y, Payen JF, Brun J, et al. Survival after avalanche-induced cardiac arrest. *Resuscitation* 2014;85:1192-6.
194. Moroder L, Mair B, Brugger H, Voelckel W, Mair P. Outcome of avalanche victims with out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2015;89:114-8.
195. Metrailler-Mermoud J, Hugli O, Carron PN, et al. Avalanche victims in cardiac arrest are unlikely to survive despite adherence to medical guidelines. *Resuscitation* 2019;141:35-43.
196. Brugger H, Durrer B, Elsensohn F, et al. Resuscitation of avalanche victims: evidence-based guidelines of the international commission for mountain emergency medicine (ICAR MEDCOM): intended for physicians and other advanced life support personnel. *Resuscitation* 2013;84:539-46.
197. Van Tilburg C, Grissom CK, Zafren K, et al. Wilderness Medical Society Practice Guidelines for prevention and management of avalanche and nonavalanche snow burial accidents. *Wilderness Environ Med* 2017;28:23-42.

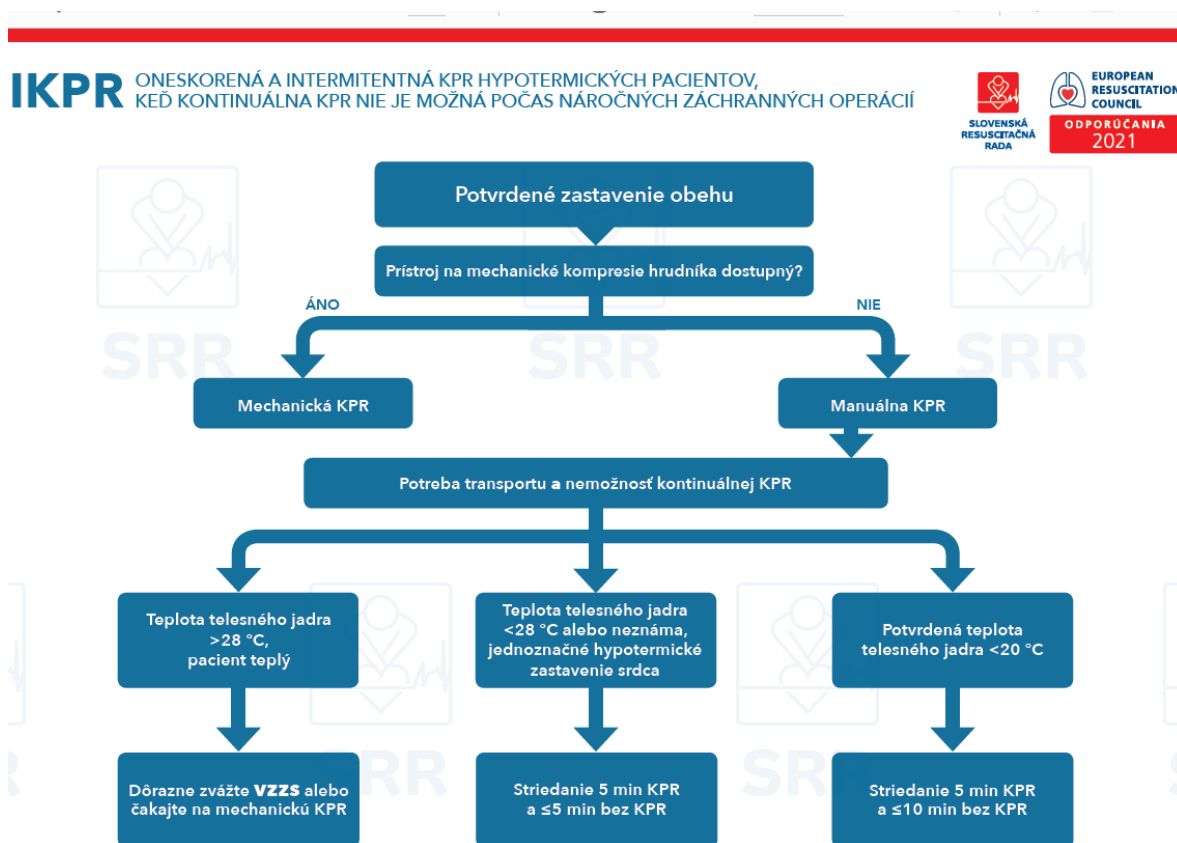
NÁHODNÁ HYPOTERMIA



Obrázok 1 Manažment pri náhodnej hypotermii^{4,5}

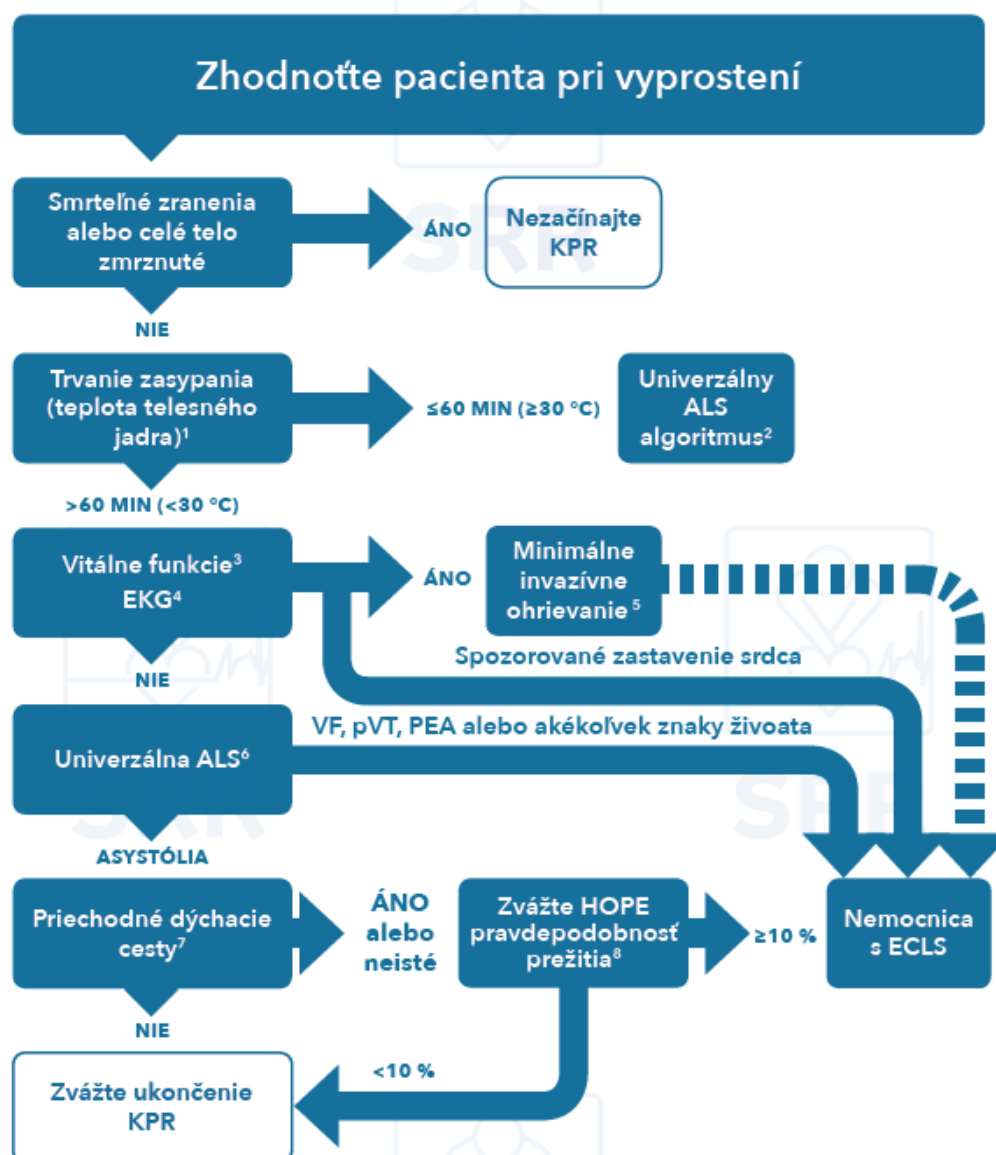
1. Dekapitácia; transekcja tela; celé telo je rozložené, resp. celé telo zamrznuté v tuhom stave (hrudná stena nie je stlačiteľná).^{6,7}

2. STK < 90mmHg je vhodný pre prednemocničný odhad kardiocirkulačnej nestability, ale pre rozhodnutie v nemocnici nebola minimálna dostatočná cirkulácia pre hlboko podchladenú osobu (napr. < 28 °C) definovaná.
 3. Swiss-staging náhodnej hypotermie.
 4. U hypotermického pacienta sa odporúča priamy transport do centra s možnosťou mimotelovej podpory života (ECLS, ECMO). V odľahlých oblastiach treba pri prijatí rozhodnutia zvážiť riziko dlhého transportného času v porovnaní s potenciálnym prínosom liečby v ECLS centre (napr. 6 hod).
 5. Teplé prostredie, chemické, elektrické prikrývky alebo prikrývky s núteným obehom vzduchu a teplé i.v. tekutiny (38 - 42 °C). V prípade rezistentnej obehovej nestability treba zvážiť ohrev s použitím ECMO.
 6. V prípade rozhodnutia pre zastávku v najbližšej nemocnici kvôli stanoveniu sérovej koncentrácie draslíka, by sa malo vybrať zariadenie, ktoré je po ceste do ECMO centra.
- Skóre HOPE a ICE by sa nemalo používať u detí, namiesto toho zvážiť konzultáciu s odborníkom.
- Skratky: KPR kardiopulmonálna resuscitácia, DNR neresuscitovať, ECLS (ECMO) mimotelová podpora života, HT hypotermia, MD lekár, ROSC návrat spontánnej cirkulácie, SBP systolický tlak krvi.



Obrázok 2 Oneskorená a prerušovaná KPR u hypotermických pacientov, keď kontinuálna KPR nie je možná počas nebezpečnej alebo sťaženej záchrannej akcie^{8,190}

LAVÍNOVÁ ZÁCHRANA



Obrázok 3 Algoritmus záchrany v lavíne. Manažment kompletne zasypanej obete

1. Ak je dĺžka trvania zasypania neznáma, môže ju nahradiť teplota telesného jadra.
2. Transportujte pacientov so zraneniami alebo potenciálnymi komplikáciami (napr. pľúcny edém) do najvhodnejšej nemocnice.
3. Kontrolujte prítomnosť spontánneho dýchania, pulzu a akýchkoľvek pohybov, nie dlhšie ako 60 sekúnd.
4. Použite ďalšie nástroje na detekciu známkov života (EtCO₂, saturáciu hemoglobínu v artériovej krvi kyslíkom, ultrazvuk), ak sú dostupné.
5. Transportujte pacientov s teplotou telesného jadra < 30 °C, systolickým tlakom krvi < 90 mmHg alebo cirkulačnou instabilitou do nemocnice s ECMO.

6. U závažne podchladených pacientov (< 28 °C) zvážte oddialenú KPR, ak je záchrana príliš nebezpečná, a intermitentnú KPR pri sťaženom transporte.
 7. Ak sú dýchacie cesty priechodné, je prítomnosť dostatočnej vzduchovej kapsy silným prediktorom prežitia.
 8. Ak HOPE nie je možné, draslík v sére a teplota telesného jadra (hranice 7 mmol/l a 30 °C) môžu byť použité, ale môžu byť menej spoľahlivé.
- Skratky: ALS (R-KPR) rozšírená resuscitácia, KPR kardiopulmonálna resuscitácia, ECLS (ECMO) mimotelová podpora obehu, PEA bezpulzová elektrická aktivita, pVT bezpulzová komorová tachykardia, SaO₂ saturácia hemoglobínu v artériovej krvi kyslíkom, VF komorová fibrilácia.