

Available online at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Resuscitation

journal homepage: www.elsevier.com/locate/resuscitation

Přehled

Ošetření obětí lavin na místě nehody: Přehled a Doporučení Mezinárodní komise pro horskou záchrannou medicínu (ICAR MedCom) 2023

[On-site treatment of avalanche victims: Scoping review and 2023 recommendations of the international commission for mountain emergency medicine (ICAR MedCom)]

M. Pasquier^{a,b,*}, **G. Strapazzon**^{c,d,e}, **A. Kottmann**^{f,a,g,b}, **P. Paal**^{h,e}, **K. Zafren**^{i,j,b}, **K. Oshiro**^{k,l,b}, **C. Artoni**^m, **C. Van Tilburg**^{n,o,b}, **A. Sheets**^{p,q,b}, **J. Ellerton**^b, **K. McLaughlin**^{r,s,b}, **L. Gordon**^{t,u,b}, **R.W. Martin**^{o,m}, **M. Jacob**^{v,b}, **M. Musi**^{w,b}, **M. Blancher**^{x,b}, **C. Jaques**^y, **H. Brugger**^{c,d,e}

Abstrakt

Úvod: Mezinárodní komise pro horskou urgentní medicínu (ICAR MedCom) vypracovala aktualizovaná doporučení pro ošetřování obětí lavin.

Metody: ICAR MedCom použila systém pro optimální formulaci klinických otázek tzv. *otázky PICO* (Population Intervention Comparator Outcome) a zpracovala přehled literatury. Důkazy jsme vyhodnotili a klasifikovali pomocí systému American College of Chest Physicians.

Výsledky: Do kvalitativní syntézy jsme zahrnuli 120 studií včetně původních údajů. Jednalo se o 45 retrospektivních studií (38 %), 44 kazuistik nebo sérií případů (37 %) a 18 prospektivních studií na dobrovolnících (15 %). Hlavní příčinou úmrtí v důsledku zasypaní lavinou byla asfyxie (ve všech studiích v 65-100 %). Druhou nejčastější příčinou úmrtí byl úraz (v 5-29 %). Podchlazení bylo příčinou jen několika málo úmrtí (v 0-4 %).

Závěry a doporučení: U obětí s dobou zasypaní <60 minut bez známek života předpokládejte asfyxii a co nejdříve poskytněte umělé dýchání bez ohledu na průchodnost dýchacích cest. U obětí s dobou zasypaní >60 minut, bez známek života, ale s průchodnými dýchacími cestami nebo dýchacími cestami s neznámou průchodností, předpokládejte, že došlo k primární hypotermické srdeční zástavě [CA = cardiac arrest], a zahajte kardiopulmonální resuscitaci (KPR), pokud nelze změřením teploty vyloučit hypotermickou srdeční zástavu. U obětí zasypané >60 minut bez známek života a s neprůchodnými dýchacími cestami, pokud nelze změřit teplotu jádra, mohou záchranáři předpokládat asfyxii způsobenou CA, a neměli by zahajovat KPR. Pokud lze teplotu jádra změřit, u obětí bez známek života, s průchodnými dýchacími cestami a s teplotou jádra <30 °C se pokoušejte o resuscitaci bez ohledu na délku zasypaní.

Klíčová slova: Náhodná hypotermie, lavina, záchranná služba, mimotělní podpora života, hypotermie, resuscitace, třídění

Úvod

V roce 1996 vypracovala Mezinárodní komise pro horskou urgentní medicínu (ICAR MedCom) pokyny pro management v terénu včetně algoritmu pro přednemocniční ošetření osob zasypaných lavinou.¹

Pokyny byly aktualizovány v letech 2002² a 2013.³ Od roku 2010 je zasypaní lavinou v doporučeních Evropské rady pro resuscitaci (ERC) klasifikováno jako zvláštní typ srdeční zástavy (CA).^{4,5} V roce 2015⁶ zveřejnila ERC resuscitační algoritmus pro oběti zasypané lavinou. ERC aktualizovala algoritmus v pokynech ERC z roku 2021.⁷

* Corresponding author at: Department of Emergency Medicine, Lausanne University Hospital and University of Lausanne, BH09, 1011 Lausanne, Switzerland. Fax: + 41 21 314 55 90.

E-mail addresses: Mathieu.Pasquier@chuv.ch (M. Pasquier), giacomo.strapazzon@eurac.edu (G. Strapazzon), alexandre.kottmann@rega.ch (A. Kottmann), claudio.artoni@unimib.it (C. Artoni), vantilburg@gorge.net (C. Van Tilburg), alisonsheets@usa.net (A. Sheets), kmclaughlin_24@yahoo.ca (K. McLaughlin), rwmartin@mtu.edu (R.W. Martin), Matthias.Jacob@klinikum-straubing.de (M. Jacob), martin.musi@cuanschut.edu (M. Musi), mblancher@chu-grenoble.fr (M. Blancher), Cecile.Jaques@chuv.ch (C. Jaques), hermann.brugger@eurac.edu (H. Brugger).

<https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2023.109708>

Received 14 December 2022; Received in Revised form 17 January 2023; Accepted 18 January 2023

V roce 2017 zveřejnila Wilderness Medical Society (WMS) doporučení pro prevenci a léčbu zasypaných sněhem při lavinových a nelavinových nehodách.⁸ Celková úroveň důkazů použitých při sestavování doporučení byla nízká.³ Naším cílem bylo vytvořit aktualizovaná doporučení pro přednemocniční léčbu obětí lavin založená na důkazech.

Metody

Systematickým hodnocením a syntézou dostupných důkazů jsme vytvořili přehled poznatků o lavinách. Shromáždili jsme nahlášené údaje o obětech lavin s použitím všech uváděných definic týkajících se lavinově specifické terminologie, včetně průchodnosti dýchacích cest, vzduchové kapsy a stupně zasypaní. Současně jsme sestavili seznam otázek týkajících se populace, intervence, komparátoru a výsledků (PICO), abychom se zaměřili na nejdůležitější otázky týkající se léčby obětí lavin. Na základě výsledků jsme vytvořili narativní shrnutí odůvodnění a důkazů. Na základě konsenzu jsme vypracovali doporučení pro management. Finální rukopis byl schválen komisí ICAR MedCom na shromáždění ICAR ve švýcarském Montreux 15. října 2022.

Přehled rozsahu

Protokol o přehledu rozsahu byl zaregistrován 14. října 2021 a je k dispozici na adrese: <https://osf.io/x7u2n/>. V úvahu jsme brali studie zahrnující oběti jakéhokoli věku, účastníky lavinových nehod, a experimentální studie na figurínách, zvířatech a zdravých dobrovolnících. Přehledové články jsme zahrnuli pouze v případě, že byly zaměřeny na zasypaní lavinou a záchranu. Dopisy a jinou korespondenci jsme vyloučili, pokud neobsahovaly nové údaje nebo vědecký obsah. Vyloučili jsme studie s příbuznou tematikou, které se netýkaly konkrétně obětí lavin a neobsahovaly žádné údaje od obětí lavin, a studie o prevenci lavin a lokalizaci obětí.

Rešerši literatury zaměřenou na studie o specifických lavinových znalostech, navrženou vědeckým knihovníkem (CJ), jsme provedli 18. října 2021 a aktualizovali ji 25. srpna 2022. Nahlíželi jsme do následujících databází: PubMed, [Embase.com](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/), Cochrane Central Register of Controlled Trials Wiley a Web of Science Core collection. Registry klinických studií, ke kterým jsme měli přístup, byly následující: [Clinicaltrials.gov](https://clinicaltrials.gov/) a WHO International Clinical Trials Registry Platform. Výsledky recenzoval další informační specialista pomocí kontrolního seznamu PRESS (**Supplemental file 1**).⁹ Nebyla stanovena žádná jazyková omezení ani omezení týkající se data studií.

Záznamy identifikované při vyhledávání jsme zkontrolovali, abychom vyloučili duplicitu, a poté jsme je nahráli do aplikace EndNote™ 20 (Clarivate™). Dva recenzenti (GS a MP) zkontrolovali nezávisle na sobě názvy a abstrakty vyhledaných studií, aby ověřili jejich způsobilost, a to pomocí aplikace Rayyan pro systematické přehledy.¹⁰ Vyhledali jsme celé texty všech relevantních odkazů. Každý z recenzentů je nezávisle analyzoval, aby potvrdil, že splňují kritéria pro zařazení. Neshody jsme řešili konsensem mezi recenzenty.

Získali jsme následující údaje: rok vydání, státní příslušnost prvního autora, jazyk a typ studie. Identifikovali jsme případy hromadných neštěstí, které byly libovolně definovány jako události s nejméně 10 oběťmi. Retrospektivní studie s méně než pěti oběťmi jsme klasifikovali jako kazuistiky nebo série případů. Rozsah přehledu jsme uvedli podle deklarace Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and the Meta-Analyses extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR) (**Supplemental file 2**).¹¹

Terminologie

Pro popis medicínských aspektů ošetření obětí lavin jsme použili následující terminologii:

Vzduchová kapsa. Vzduchová kapsa je jakýkoli prostor před ústy a nosem u oběti s průchodnými dýchacími cestami.^{12,13} Termín "bez vzduchové kapsy" je dokumentován pouze v případě, že ústa a nos vyproštěné oběti jsou zcela zaplněny sněhem nebo cizími tělesy.^{1,14}

Průchodnost dýchacích cest. Termíny ucpané dýchací cesty a zablokované dýchací cesty vyžadují, aby ústa i nos byly zcela zaplněny zhuňtělým sněhem nebo cizími tělesy. Obstrukce může být způsobena sněhem nebo zvrátky. Pokud nejsou k dispozici žádné informace o průchodnosti dýchacích cest, je třeba předpokládat, že dýchací cesty jsou průchodné, a oběť podle toho ošetřit. V dokumentaci pacienta by mělo být zaznamenáno "neznámá průchodnost".

Kritické zasypaní. Termínem kritické zasypaní se označuje stav, při kterém jsou hlava a hrudník pohřbeny pod sněhem.^{3,14,15}

Znovuzahřátí ECLS. Zahřívání při mimotělní oběhem (ECLS = extracorporeal life support) zahrnuje zahřívání pomocí kardiopulmonálního bypassu (CPB) a mimotělní membránové oxygenace (ECMO).

Známky života. Mezi známky života patří některá z následujících položek. A, V nebo P z AVPU (*alert* = bdělý, reagující na slovní [*verbal*] podněty, reagující na bolest [*pain*], nereagující [*unresponsive*]) nebo Glasgow Coma Scale >3, jakýkoli viditelný pohyb, dýchání nebo hmatný karotický nebo femorální puls.¹⁶ Ultrazvuk může rozšířit možnosti detekce známek života pomocí echokardiografie nebo dopplerovského ultrazvuku velkých tepen.

PICO

Použili jsme seznam otázek, abychom se zaměřili na nejdůležitější rozhodovací body při ošetřování obětí lavin. V případě potřeby jsme použili formát PICO. Původní seznam otázek vypracovala skupina autorů. Poté jsme seznam připomínkovali na uzavřeném fóru ICAR MedCom po dobu 15 dnů. Skupina autorů hlasovala o 25 otázkách. Dvě otázky jsme vyřadili, takže na konečném seznamu zůstalo 23 otázek (**Supplemental file 3**).

Doporučení a algoritmus

Pro doporučení týkající se lavin jsme použili výsledky rešerše literatury a odpovědi na otázky PICO. U doporučení, která nebyla specifická pro laviny, jsme použili nejnovější doporučení pro obecné lékařské postupy.^{7,16-20} Doporučení jsme projednali v rámci výboru ICAR MedCom, abychom dosáhli konsenzu. Důkazy jsme hodnotili pomocí systému American College of Chest Physicians (*tabulka 1*).²¹ Nakonec jsme sestavili algoritmus pro záchranu v lavině. Na základě aktualizovaného algoritmu jsme aktualizovali kontrolní seznam (*avalanche victim resuscitation checklist*) pro resuscitaci lavinových obětí.²²

Výsledky

Bylo možné zařadit 157 studií. Třicet pět z nich byly recenze nebo pokyny a dvě byly výzkumné protokoly. Zbývajících 120 studií představovalo původní údaje a byly zahrnuty do kvalitativní syntézy (*obr. 1*).

Typy studií byly následující: 45 retrospektivních studií (38 %), 44 kazuistik nebo sérií případů (37 %), 18 prospektivních studií, včetně

Tabulka 1 - Hodnocení síly doporučení a kvality důkazů v klinických doporučeních (American College of Chest Physicians).²¹

| Stupeň Doporučení/ Popis | Přínosy vs. rizika a zátěž | Metodologická kvalita podpůrných důkazů | Důsledky |
|---|---|--|--|
| 1A/silné doporučení, vysoce kvalitní důkazy | Přínosy jasně převažují nad riziky a zátěží nebo naopak | RCT bez důležitých omezení nebo převažující důkazy z pozorovacích studií | Silné doporučení, které lze bez výhrad použít u většiny pacientů za většiny okolností |
| 1B/silné doporučení, střední kvalita důkazů | Přínosy jasně převažují nad riziky a zátěží nebo naopak | RCT s důležitými omezeními (nekonzistentní výsledky, metodologické nedostatky, nepřímé nebo nepřesné) nebo mimořádně silné důkazy z pozorovacích studií | Silné doporučení, které lze bez výhrad použít u většiny pacientů za většiny okolností |
| 1C/silné doporučení, důkazy s nízkou nebo velmi nízkou kvalitou | Přínosy jasně převažují nad riziky a zátěží nebo naopak | Pozorovací studie nebo série případů | Silné doporučení, ale může se změnit, až budou k dispozici kvalitnější důkazy. |
| 2A/slabé doporučení, vysoce kvalitní důkazy | Přínosy v těsné rovnováze s riziky a zátěží | RCT bez důležitých omezení nebo převažující důkazy z pozorovacích studií. | Slabé doporučení, nejlepší postup se může lišit dle okolností nebo hodnot pacientů či společenských hodnot |
| 2B/slabé doporučení, středně kvalitní důkazy | Přínosy v těsné rovnováze s riziky a zátěží | RCT s důležitými omezeními (nekonzistentní výsledky, metodologické nedostatky, nepřímé nebo nepřesné) nebo mimořádně silné důkazy z pozorovacích studií. | Slabé doporučení, nejlepší postup se může lišit dle okolností nebo hodnot pacientů či společenských hodnot |
| 2C/slabé doporučení, velmi nízké kvality | Nejistota v odhadech přínosů, rizik a zátěže; přínosy, rizika a zátěž mohou být těsně vyvážené. | Pozorovací studie nebo série případů | Velmi slabá doporučení; jiné alternativy mohou být stejně rozumné. |

RCT - randomizovaná dvojité zaslepená studie (Randomized Control Trial)

sedmi randomizovaných kontrolovaných studií s dobrovolníky²⁴⁻³⁰ (15 %), osmi popisů událostí s hromadným neštěstím (7 %), tří observačních studií (průzkumů) obětí lavin (2 %) a dvou prospektivních studií na zvířatech (2 %).

Více než polovina ze 120 hlášení případů na tři země: Rakousko (19 %), Itálie (18 %) a Švýcarsko (17 %) (**Supplemental file 4**). V průběhu let došlo k nárůstu ročního počtu hlášení.

V jedné studii, které se zúčastnilo 37 obětí, mělo 18 (49 %) přednemocniční ROSC, 19 (51 %) obětí podstoupilo zahřívání ECLS a 12 (32 %) obětí přežilo do propuštění z nemocnice. Tři (9 %) měli dobré neurologické výsledky.⁴⁰ V jiné studii o 48 obětech přežilo osm (17 %).⁴¹ V multicentrické studii 61 obětí lavin přijatých do center ECLS v Kalifornii přežilo šest (10 %).⁴² Ve studii 28 obětí lavin ohřátých pomocí ECLS přežili dva (7 %).⁴³

Souhrn důkazů

Přežití

Retrospektivní údaje o lidech

V jediné studii bylo přežití nižší u obětí vyproštěných organizovanou záchrannou službou (19 %) ve srovnání se záchrannou svépomocí (74 %).³⁴ Celkové přežití bylo ve studii se 109 oběťmi 18 %.³⁵ Ve studii z virtuálního záchranného systému (HEMS) v Kalifornii z 66 obětí lavin nepřežila žádná oběť. Sedm (11 %) se stalo dárce orgánů. Třicet jedna (47 %) obětí bylo na místě prohlášeno za mrtvé, u sedmi (11 %) došlo k přednemocničnímu návratu spontánního oběhu (ROSC *return of spontaneous circulation*) a u 25 (38 %) obětí přetrvávala v nemocnici zástava (CA); z nich sedm podstoupilo mimotělní podporu života (ECLS) s opětovným zahřátím.³⁶ V další studii 170 obětí lavin zachráněných v CA prostřednictvím HEMS přežila po dlouhém zasypaní pouze jedna oběť. Oběť byla podchlazená a podstoupila zahřívání ECLS, přežila bez neurologického poškození s kategorií mozkové výkonnosti (CPC) 1.^{37,38} V jiné studii s 55 oběťmi lavin, u nichž došlo k přednemocniční CA (OHCA *out-of-hospital cardiac arrest*), přežilo do propuštění z nemocnice pět (9 %) obětí, pouze dvě měly dobré neurologické výsledky.³⁹

Další studie se týkaly obětí lavin s OHCA, které byly přijaty do nemocnice.

Příčiny smrti

Retrospektivní údaje o lidech

Většina úmrtí v lavinách je způsobena udušením (asfyxií) – v devíti studiích v rozmezí 65-100 %.^{32,42,44-50}

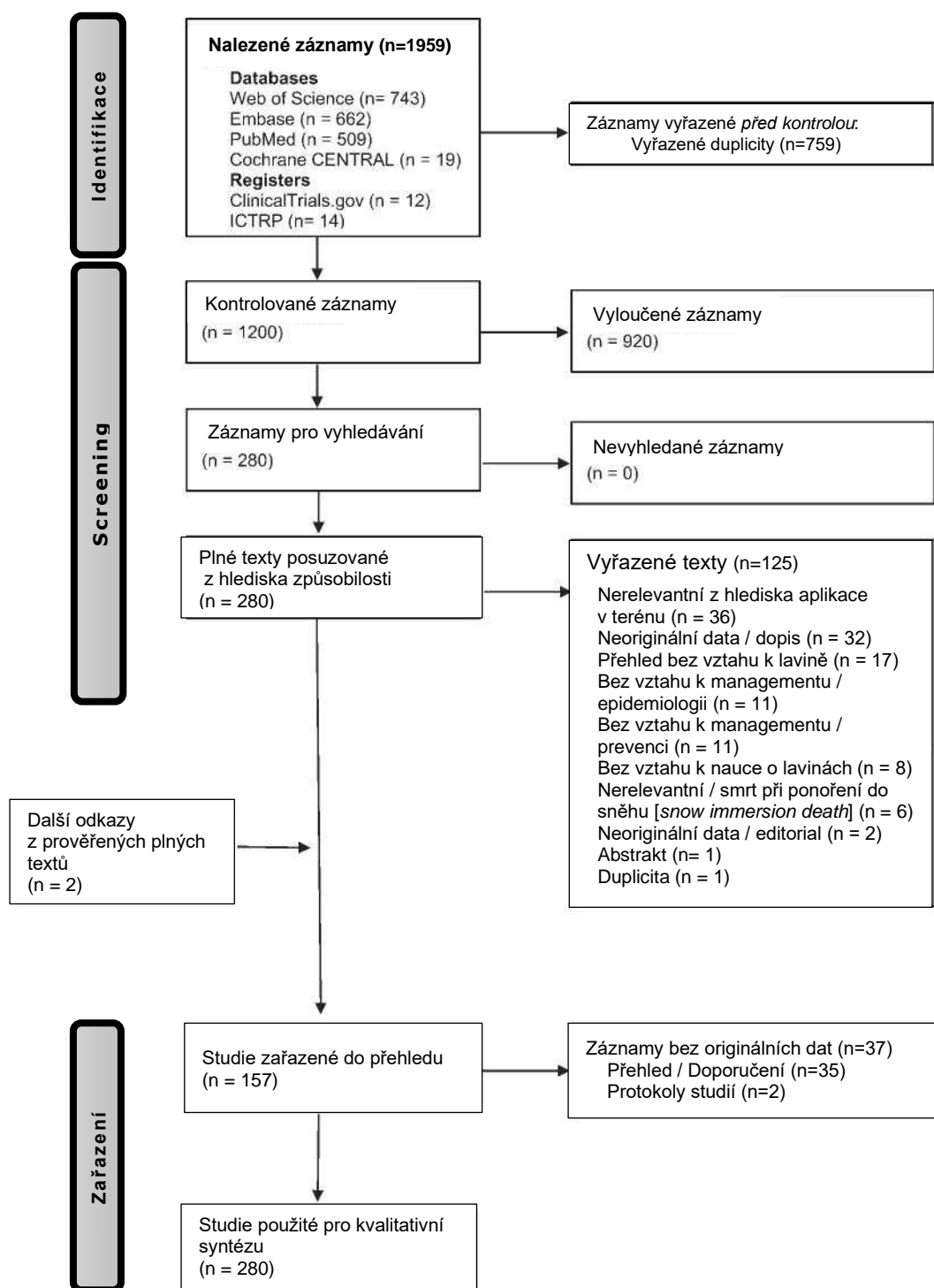
Úraz byl příčinou smrti v 5-29 %^{32,42,44,46-50},

podchlazení v 0-4 %^{32,42,47,48,50}.

Doba zasypaní

Retrospektivní údaje o lidech: Retrospektivní studie

Epidemiologické údaje ukazují na rychlý pokles pravděpodobnosti přežití kriticky zasypaných obětí laviny.^{13,14,32,51-53} V šesti studiích bylo přežití kriticky zasypaných obětí 93 %^{51,53} po 15 minutách, 91 %¹⁴ po 18 minutách, 28-34 %^{13,14,53} po 35 minutách, 18 %¹³ po 40 minutách a 25 % po 45 minutách.⁵¹ Ze 140 obětí laviny s dobou zasypaní >60 minut, ale kratší než 24 hodin, přežilo 27 (19 %).⁵²



Obr. 1 - Vývojový diagram vyhledávání. Do skupiny kvalitativní syntézy jsme zařadili dvě studie s původními retrospektivními údaji, doporučeními pro management a algoritmem ICAR^{14,23}

Žádný z přeživších neměl CA.⁵² Krátká doba zasypaní byla spojena s vyšší mírou přežití^{13,35} i u obětí laviny s OHCA³⁹ a byla spojena s vyšší výskytem ROSC před přijetím.^{37,40} Průměrná doba trvání zasypaní u osob s přednemocniční ROSC (n = 18) byla 27 ± 16 minut a průměrná doba do ROSC od zahájení KPR byla 35 ± 20 minut.⁴⁰ Lavinové nehody, k nimž dochází v noci, jsou vzácné, ale jsou spojeny s delší dobou trvání

zasypaní a nižší pravděpodobností přežití ve srovnání s lavinami, k nimž došlo během dne.⁵⁴

Retrospektivní údaje o lidech: Případy s extrémě^{38,39,41,52,53,55-64} Nejextrémnější hlášené případy lavin jsou uvedeny v **tabulce 2**. Nejdelší doba zasypaní (> 60 minut) u obětí se zástavou oběhu, která přežila s dobrým neurologickým výsledkem, byla 7 hodin.^{41,61}

Tabulka 2 - Nejextrémnější hlášené lavinové případy. CA (cardiac arrest): **srdeční zástava**; **CPB** (cardiopulmonary bypass): **kardiopulmonální bypass**; **CPC** (cerebral performance category): **kategorie mozkové výkonnosti**; **CPR** (cardiopulmonary resuscitation): **kardiopulmonální resuscitace**; **ECLS** (extracorporeal life support): **mimotělní podpora života**; **ECMO** (extracorporeal membrane oxygenation): **mimotělní membránová oxygenace**; **PEA** (pulseless electrical activity): **bezpulzová elektrická aktivita**; **ROSC** (return of spontaneous circulation): **návrat spontánní cirkulace**; **VF** (ventricular fibrillation): **fibrilace komor**.

Oběti bez srdeční zástavy (Non-CA victims)

| | |
|--|---|
| Nejdelší doba zasypaní přeživších (zasypaní na volném prostranství) ^a | 43 hodin 45 minut (Itálie, žena, neznámý věk, 1972). ⁵⁵ 25 hodin 30 minut (Kanada, 59 let, muž, 1960). ⁵⁶ 17 hodin (Švýcarsko, 21letý muž, 2010). ⁵² |
| Nejdelší doba zasypaní přeživších (uvnitř budovy zasypané lavinou) | 37 dní (Itálie, dvě ženy a 11leté dítě uvězněné v dutině o rozměrech 2x3 metry uvnitř budovy. Bez zástavy oběhu). ⁵⁷ |

Oběti se zástavou oběhu (CA victims)

| | |
|---|--|
| Nejkratší doba zasypaní vedoucí k zástavě a smrti z udušení (asfyxie) | 10 minut (Francie, 29letý muž, bez obstrukce dýchacích cest, ale bez vzduchové kapsy, vyproštěn v CA a zemřel na udušení). ⁴¹ 10 minut (Švýcarsko, věk a pohlaví neuvedeny). ⁵¹ |
| Nejdelší doba zasypaní vedoucí k zástavě z asfyxie a s přežitím | 45 minut (Francie, 39letý muž, CPC nepříznivý). ⁴¹ 20 minut, (Francie, 33letý muž, 44letý muž a 23letý muž, všichni ROSC na místě, všichni nepříznivé CPC). ⁴¹ 20 min. (UK, 32 let, pohlaví neznámé, zasypaní 20 minut, stlačování hrudníku, ROSC, CPC 1). ⁵⁸ 20 minut (Rakousko, 26letý muž a 31letý muž, oba přednemocniční ROSC a CPC 4). ³⁹ |
| Nejkratší doba zasypaní vedoucí k CA z podchlazení s přežitím | 100 minut (Itálie, 29letý muž, vzduchová kapsa, svědecká CA (VF), 21,7 °C, draslík 4,3 mmol/l, ECMO, CPC 1). ³⁸ |
| Nejdelší doba zasypaní vedoucí k CA z asfyxie, ROSC s úmrtím | 60 minut (Francie, 29letý muž, 15 minut KPR, přednemocniční ROSC). ⁴¹ 60 minut (Rakousko, 53 let, pohlaví neznámé, přednemocniční ROSC). ⁵⁹ 60 minut (Itálie, 41letý muž, ROSC po ECLS, dárce orgánů). ⁶⁰ |
| Nejdelší zasypaní vedoucí k hypotermické CA s přežitím | 7 hodin (Francie, 41 let, muž, se svědkem CA (PEA), ECLS, CPC 1). ^{41,61} Viz Tabulka 4, Supplemental file 3 . |
| Nejdelší CPR u přeživšího | 5 hodin 45 min. (Polsko, 25letá žena, doba zasypaní 2 hodiny, svědek CA (VF), ECLS, CPC1). ⁶² |
| Nejdelší CPR vedoucí k přednemocničnímu ROSC. | 148 minut (Francie, 51letá žena, zasypaná 30 minut, asystolie, při přijetí draslík 4,7 mmol/l, zemřela). ⁴¹ 100 minut (Francie, 41letá žena, doba zasypaní 40 minut, PEA, ROSC, draslík 10,4 mmol/l, zemřela). ⁴¹ |
| Nejvyšší hladina draslíku u osoby, která přežila lavinu s CA, zahřáté pomocí ECLS | 6,4 mmol/l (Švýcarsko, věk a pohlaví neznámé, svědek CA, délka zasypaní 120 minut, T° 24,2 °C, trvání CPR 108 minut, CPB, CPC 1). ⁶³ |

^a Kazuistika oběti vyproštěné po šestidenním zasypaní. Oběť později zemřela na následky úrazu (Indie, 33letý muž).⁶⁴

Průchodnost dýchacích cest

Podle dostupných údajů měli všichni přeživší, kteří byli propuštěni z nemocnice a u nichž došlo k zástavě srdce při zasypaní lavinou, průchodné dýchací cesty, včetně podchlazených obětí zahřátých pomocí ECLS (**tabulka 3, Supplemental file 5**). Pouze jedna kazuistika uvádí, že dýchací cesty u oběti s krátkodobým zasypaním byly průchodné. Pacient v této kazuistice byl na místě úspěšně resuscitován pomocí základní podpory života (BLS *basic life support*). Dýchací cesty byly průchodné. Zasypaní trvalo 20 minut a oběť měla zástavu dechu. Resuscitace na místě s ventilací z úst do úst byla úspěšná (**Supplemental file 5**).⁵⁸ Jelikož dýchací cesty byly průchodné, mohla být zástava dechu způsobena stlačením hrudníku sněhem.⁵⁸ Asfyxie z obstrukce dýchacích cest je obvykle pravděpodobným vysvětlením klinického průběhu v případech, u nichž došlo k ROSC po ventilaci. To potvrzuje i kazuistika oběti, která byla kriticky zasypaná po dobu 3-5 minut. Na povrchu laviny byly vidět části těla, ale dýchací cesty byly zablokovány ztuhlým sněhem. Nedošlo k CA, ale u oběti se rozvinula dechová tíseň s plicním edémem.⁶⁵ Doba do vzniku asfyktické CA je různá. V jednom případě s ucpanými dýchacími cestami došlo k asystolii po 30 minutách.⁶⁶

I když jsou dýchací cesty průchodné a existuje vzduchová kapsa,

nezaručuje ani krátké zasypaní přežití.^{13,41,52}

Vzduchová kapsa

Retrospektivní údaje o lidech

Přítomnost vzduchové kapsy je spojena s delším přežitím.^{13,41} Nepřítomnost vzduchových kapes u obětí s volnými dýchacími cestami, které přežily CA s dobou zasypaní <45 minut, je spojena s nepříznivými neurologickými výsledky (**Supplemental file 5**). Vzduchová kapsa může být přítomna i u obětí se smrtelným zraněním.⁵² K těžké asfyxii může dojít i přes přítomnost vzduchové kapsy.^{67,68} Spojení vzduchové kapsy s vnějším prostředím může být spojeno s lepším výsledkem.⁶⁹ Vzduchová kapsa o rozměrech 15x15x15 cm byla přítomna u oběti s dlouhotrvajícím zasypaním, u které při záchraně došlo k nezjištěnému kolapsu a která zemřela.⁷⁰ Oběti se vzduchovou kapsou mají větší pravděpodobnost přežití, zejména pokud jsou zasypany > 15 minut.¹³ U obětí s dobou zasypaní < 15 minut bylo přežití 95 % se vzduchovou kapsou a 69 % bez vzduchové kapsy (p < 0,001). U obětí s dobou zasypaní > 15 minut bylo přežití 67 % se vzduchovou kapsou a 4 % bez ní (p < 0,001). Tři přeživší bez vzduchové kapsy byli zasypani po dobu 20, 25 a 120 minut.

Tabulka 3 - Charakteristika obětí kritického zasypaní lavinou a CA při vyprošťování, které přežily do propuštění z nemocnice. Oběti ve skupině nehypotermních ("normotermních") zahrnují oběti s dobou trvání zasypaní < 60 minut (n = 12) nebo pokud doba trvání zasypaní nebyla známa, ale oběť byla na místě úspěšně resuscitována (n = 3), a oběti, které autoři uvedli jako normotermní (n = 6). Oběti ve skupině hypotermických obětí zahrnují oběti bez ROSC na místě, které podstoupily nemocniční mimotělní podporu života, a hypotermickou (< 30 °C) oběť v CA bez ROSC na místě, která přežila, i když způsob ohřevu není znám.⁶³ Přednemocniční ROSC byla spojena s kratší dobou zasypaní a vyšší teplotou než bez ROSC před přijetím.^{37,40} BLS: základní podpora života; CA: srdeční zástava; CPC: kategorie mozkové výkonnosti; CPR: kardiopulmonální resuscitace; ECLS: mimotělní podpora života; IQR: mezikvartilové rozpětí; min: minuty; PEA: bezpulzová elektrická aktivita; ROSC: návrat spontánního oběhu.

| | Chybí data | Celkově (n = 35) | Hypotermická CA (n = 14) | Nehypotermická CA (n = 21) | Hodnota p |
|-----------------------------------|------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------|
| Věk (roky), medián (IQR) | 16 | 32 (25-41) | 33 (24-41) | 32 (26-40) | 0.68 ^c |
| Věk (roky), rozmezí | 16 | 17-49 | 17-42 | 23-49 | - |
| Doba zasypaní (min), medián (IQR) | 15 | 20 (20-128) | 143 (120-330) | 20 (15-20) | <0.001 ^c |
| Doba zasypaní (min), rozmezí | 15 | 10-420 | 100-420 | 10-45 | - |
| Teplota (°C), medián (IQR) | 20 | 24 (22-27) | 22 (21.7-24) | 26.5 (26-29.3) | 0.007 ^c |
| Teplota (°C), rozmezí | 20 | 16.9-34 | 16.9-26.9 | 26 ^a -34 | |
| Průchodnost dýchacích cest, n (%) | 24 | 11 (100 %) | 11 (100 %) | . | - |
| Přítomnost vzduchové kapsy, n (%) | 25 | 5/10 (50 %) | 5/5 (100 %) | 0/5 (0 %) | 0.008 ^b |
| Svědék srdeční zástavy, n (%) | 19 | 9/16 (56 %) | 9/10 (90 %) | 0/6 (0 %) | 0.001 ^b |
| CA rytmus, n (%) | 22 | 13 | | | 0.021 ^b |
| Komorová fibrilace | | 5 | 5 | 0 | |
| PEA | | 1 | 1 | 0 | |
| Asystolie | | 7 | 2 | 5 | |
| ROSC po BLS, n (%) | 11 | 9/24 (38 %) | 0/10 (0 %) | 9/14 (64 %) | 0.002 ^b |
| Přednemocniční ROSC, n (%) | 3 | 18/32 (56 %) | 0/14 (0 %) | 18/18 (100 %) | 0.000 ^b |
| Zahřívací metoda, n (%) | 23 | 12 | | | - |
| ECLS | | 11 | 11 | NA | |
| Torakotomie a kontinuální laváž | | 1 | 1 | NA | |
| CPC 1-2, n (%) | 4 | 17/31 (55 %) | 10/12 (83 %) | 7/19 (37 %) | 0.024 ^b |

^a Všichni krátce zasypaní (<45 min) ^b Fisher exact test ^c Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test.

Přežití může být možné navzdory dlouhému zasypaní a absenci vzduchové kapsy.¹³

Prospektivní experimentální studie:

Studie na ve sněhu pohřbených lidských dobrovolnících, kteří dýchali do umělých vzduchových kapes o objemu 4 l, zjistily rychlý pokles arteriální saturace kyslíkem (SpO₂) a zvýšení koncentrace oxidu uhličitého na konci výdechu (EtCO₂, *endtidal* CO₂).⁶⁸ Jiná studie zjistila větší pokles SpO₂ po 4 minutách (p = 0,013) u malé vzduchové kapsy (1 l) ve srovnání s velkou vzduchovou kapsou (2 l). Zvýšení EtCO₂ ve 4. minutě nekorelovalo s velikostí vzduchové kapsy.²⁵ Ve srovnání s absencí vzduchové kapsy přítomnost malé (1 l) vzduchové kapsy významně snížila námahu při dýchání (p < 0,05), zmírnila pokles SpO₂ (p < 0,05) a i vzestup EtCO₂ (p < 0,05).²⁷ Použití přístroje AvalungTM, který vytváří umělou vzduchovou kapsu, vedlo k menšímu poklesu SpO₂ a menšímu zvýšení EtCO₂ a parciálního tlaku vdechovaného CO₂ (PICO₂) ve srovnání s dýcháním do vzduchové kapsy o objemu 500 cm³.⁷¹ Použití jiného zařízení pro vytvoření umělé vzduchové kapsy (Ferrino AirsafeTM) bylo spojeno s pomalejším poklesem SpO₂, což umožnilo prodloužit dobu zasypaní ve srovnání s dýcháním do vzduchové kapsy o objemu 1 l.²⁴ Přívod vzduchu hadičkou před obličejem dobrovolníků zahrabaných v simulované lavině se vzduchovou kapsou bylo spojeno s vyšší SpO₂ a nižším EtCO₂ (p < 0,05) ve srovnání s absencí přívodu vzduchu.²⁹ Studie simulující

zasypaní lavinou na ve sněhu pohřbených selatech, která dýchala buď do vzduchové kapsy (1 nebo 2 l), nebo do okolního vzduchu, zjistila, že doba do asystolie byla kratší ve skupině se vzduchovou kapsou ve srovnání se skupinou za komunikace s okolním prostředím (p = 0,025). To naznačuje, že k těžké asyxií může dojít navzdory přítomnosti vzduchové kapsy.⁶⁷ Hyperkapnie byla pravděpodobně hlavní příčinou kardiiovaskulární nestability, která byla pravděpodobně snižovala oxylučení mozku navzdory těžké hypotermii.⁷² Silná hyperkapnie může rovněž omezit přínos zvýšeného příjmu kyslíku v plicích v souvislosti s hypotermií.⁷³

Hustota sněhu

Studie na lidských dobrovolnících dýchajících do umělých vzduchových kapes ukázaly, že vyšší hustota sněhu je spojena s rychlejším poklesem SpO₂ a zvýšením EtCO₂.^{25,68} Při vysoké hustotě sněhu došlo k výraznému poklesu mozkové žilní saturace kyslíkem (ScO₂) měřené pomocí blízké infračervené spektroskopie (NIRS, *near-infrared spectroscopy*).⁷⁴

Hloubka zasypaní

Hloubka zasypaní by se měla měřit u hlavy oběti. Větší hloubka zasypaní je spojena s vyšší úmrtností^{13,31,51} nezávisle na délce zasypaní.¹³ Byl zaznamenán jeden přeživší bez CA po zasypaní v hloubce 2,5 m⁵⁹ a další přeživší, navzdory CA, v hloubce 7 m u oběti zasypané sněhem v trhlíně.⁷⁵

Tabulka 4 – Doporučení Mezinárodní komise pro horskou záchrannou službu (ICAR MedCom) pro ošetření obětí lavin na místě nehody. Důkazy a síla doporučení jsou odstupňovány podle klasifikačního systému American College of Chest Physicians (Tabulka 1).

Obecná opatření

Společníci by měli co nejdříve najít a vyprostit zasypané oběti (1B).

Profesionální záchranáři by měli být včas mobilizováni (1B).

Doba zasypaní a průchodnost dýchacích cest

U obětí s dobou zasypaní < 60 minut bez známek života předpokládejte asfyxii a co nejdříve poskytněte umělé dýchání bez ohledu na průchodnost dýchacích cest (1A).

Pokud je doba zasypaní > 60 minut, měla by být průchodnost dýchacích cest stanovena při odkrytí obličeje (1A).

U obětí s dobou zasypaní > 60 minut bez známek života, ale s průchodnými nebo neznámými dýchacími cestami, je třeba zvážit možnost hypotermické CA. Pokud nelze změřením teploty jádra vyloučit hypotermickou CA, měla by být oběť resuscitována a převezena do nemocnice s možností ohřevu ECLS (1C).

Vzduchová kapsa

Oběť s průchodnými dýchacími cestami nebo s neznámou průchodností a vzduchovou kapsou by měla být resuscitována, pokud by jinak resuscitace nebyla zahájována (1C).

Hustota sněhu

Informace o hustotě sněhu by neměly sloužit ke změně managementu (1C).

Hloubka zasypaní

Informace o hloubce zasypaní by neměly sloužit ke změně managementu (1C).

Měření teploty tělesného jádra

U obětí zasypaných po dobu > 60 minut s průchodnými dýchacími cestami a bez známek života se doporučuje včasné měření teploty jádra (1C).

Jícnová teplota s hrotem sondy zavedeným do dolní třetiny jícnu je preferovanou metodou měření teploty jádra u obětí s CA nebo se zajištěnými dýchacími cestami (1C).

U obětí bez známek života s průchodnými dýchacími cestami nebo s neznámou průchodností dýchacích cest by měla být ke stanovení hypotermické CA použita teplota jádra místo doby zasypaní (1C).

Oběti bez známek života, s průchodnými dýchacími cestami a teplotou jádra < 30 °C by měly být resuscitovány a převezeny do nemocnice s možností ohřevu ECLS (1B).

Teplota jádra není prognosticky užitečná u obětí bez známek života a s obstrukcí dýchacích cest s asystolickou CA zasypaných > 60 minut, (1C).

O hypotermické CA může záchranář uvažovat i při době zasypaní < 60 minut u obětí s průchodnými dýchacími cestami a bez známek života, pokud existuje možnost velmi rychlého ochlazení z důvodu nedostatečného oblečení, u hubených osob, v prostředí příznivého pro rychlé ochlazení nebo při zasypaní po fyzické námaze (2C).

Typ oběhové zástavy

U obětí zasypaných déle než 60 minut bez známek života by mělo být zahájeno elektrokardiografické (EKG) monitorování, ideálně pomocí defibrilátorů připravených k defibrilaci, a to, jakmile je hrudník přístupný a ideálně před přemístěním oběti (1C).

U obětí zasypaných > 60 minut bez známek života s komorovou fibrilací (VF) nebo bezpulzovou elektrickou aktivitou (PEA) je třeba zvážit možnost hypotermické CA bez ohledu na průchodnost dýchacích cest. Pokud nelze změřením teploty jádra vyloučit hypotermickou CA, měla by být oběť resuscitována a převezena do nemocnice s možností ohřevu ECLS (1B).

Resuscitace by neměla být prováděna u obětí v asystolii s zablokovanými dýchacími cestami, které byly zasypany po dobu > 60 minut (1A).

U obětí zasypaných > 60 minut pečlivě kontrolujte známky života, včetně vitálních funkcí, po dobu až jedné minuty (1B).

Podchlazení by mělo být považováno za pravděpodobnou příčinu CA u obětí zasypaných > 60 minut, pokud je svědectví o CA. Nelze-li změřit teplotu jádra a vyloučit hypotermickou CA, měla by být oběť resuscitována a převezena do nemocnice s možností zahřátí ECLS (1A).

Úraz by měl být považován za pravděpodobnou příčinu svědkem pozorované CA u obětí zasypaných < 60 minut nebo s teplotou jádra > 30 °C (1B).

Záchranáři by měli vzít v úvahu špatnou prognózu obětí zasypaných > 60 minut s nepozorovanou srdeční zástavou a asystolií. Záchranáři se mohou rozhodnout, že za těchto okolností upustí od resuscitace, zejména při obtížné záchrane nebo při omezených zdrojích na místě obtílosti (2B).

U obětí s dobou zasypaní < 60 minut bez známek života předpokládejte asfyxii, a co nejdříve zajistěte umělé dýchání bez ohledu na průchodnost dýchacích cest (2B).

Při křížení lze stlačování hrudníku účinně provádět i v atypické poloze, před úplným vyproštěním (2A).

Trauma

Podezření na těžké poranění je na místě u lavin ve strmém terénu, se skalami a stromy. Při podezření na těžký úraz je třeba co nejdříve na místě ošetřit zranění podle mezinárodních traumatologických pokynů (1C).

Záchranáři by v indikovaných případech měli při vyprošťování, zabalování a transportu lavinových obětí zajistit znehybnění páteře (1C).

Úraz by měl být u lavinových obětí považován za potenciální příčinu CA (1B).

U obětí bez známek života s průchodnými dýchacími cestami zasypanými > 60 minut nebo s teplotou < 30 °C by měla být dekomprese případného pneumotoraxu zvažována pouze v případě klinického podezření na poranění hrudníku (1C).

Podtlakový plicní edém

U obětí s kritickým zasypaním a známkami nebo příznaky dechové tísně při vyproštění by mělo být uvažováno o plicním edému a rychlém transportu do příslušné nemocnice (1B).

Po kritickém zasypaní by měla být oběť transportována na nejbližší urgentní příjem k dalšímu vyšetření a pozorování (1C).

(pokračování na následující straně)

Tabulka 4 (pokračování)**Zahřívání v nemocnici**

Předpověď úspěšného zahřátí lavinové oběti by měla zahrnovat odhad pravděpodobnosti přežití pomocí skóre HOPE (1C).

U zasypaných déle než 60 minut se svědeckou CA je třeba považovat podchlazení za pravděpodobnou příčinu CA. V tomto případě by se skóre HOPE mělo vypočítat podle scénáře bez asfyxie (1A).

Pokud existuje možnost, že se oběť laviny při úplném zasypání neudusila, snižuje se riziko podhodnocení pravděpodobnosti přežití po opětovném zahřátí vypočítáním skóre HOPE pomocí scénáře bez asfyxie (1C).

Pokud nelze stanovit skóre HOPE, lze k posouzení indikace zahřívání pomocí ECLS použít kombinaci draslíku < 7 mmol/l a teploty < 30 °C (1C).

Ostatní pro laviny nespécifická doporučení

Léčba přidružených zdravotních stavů, jako je hypotermie, normotermická CA, trauma a ukončení KPR, by se měla řídit nejnovějšími pokyny (1A).

Měření teploty tělesného jádra

Nejpřesnějším změřením teploty jádra u obětí s CA je stanovení jícnové teploty, přičemž distální hrot sondy je zaveden do dolní třetiny jícnu.^{7,20,76,77} Jícnové měření teploty je preferovanou metodou u intubovaných obětí a u obětí se supraglottickými dýchacími pomůckami s žaludeční sondou.^{7,20,77} Epitympanální měření, je-li k dispozici, lze použít i u neintubovaných obětí bez CA.^{7,20,77}

Ve dvou kauzistikách zástav oběhu za přítomnosti svědků u přeživších kritické zasypání trvajících 6 a 7 hodin byla rychlost ochlazování odhadnuta na 2,3 a 1,8 °C/h.⁶¹ Publikované údaje o rychlosti ochlazování kriticky zasypaných obětí, které neměly CA, jsou různé a pohybují se od nízkých hodnot mezi 0,3 a 0,6 °C/h⁷⁸ až po mnohem vyšší hodnoty, 5,1 °C/h,^{72,79} 6 °C/h,⁸⁰ nebo 8,5 °C/h.⁸¹ Extrémní rychlost ochlazování 9,4 °C/h byla naměřena u lehce oblečené oběti ve velmi chladném prostředí, která byla vyprostěna v CA.⁸² U částečně zasypané oběti byla naměřena rychlost 7 °C/h.⁸³

Systematický přehled podchlazených obětí s CA se svědecktvím naznačil, že samotná hypotermie pravděpodobně není jedinou příčinou CA, pokud je teplota jádra > 30 °C.⁸⁴ Kromě hypotermie hrají roli i patofyziologii CA u obětí lavin hyperkapnie a hypoxie.^{67,72,74}

Typ srdeční zástavy**Srdeční rytmus**

Nejčastějším počátečním srdečním rytmem u podchlazeného pacienta, který přežil CA po lavinové nehodě, je fibrilace komor (VF). U nepodchlazených obětí je nejčastějším počátečním srdečním rytmem asystolie (tabulka 3).⁴³ Asystolie může být přítomným rytmem u hypotermické CA, ale u obětí lavinové katastrofy je hypotermická asystolie vzácná (tabulka 3) a je spojena se špatnými výsledky.^{41,84}

CA se svědky a beze svědků

Svědecktví o CA u oběti laviny je spojeno s delším přežitím.^{41,43} Pokud vyloučíme traumatickou CA, je svědecktví o CA časté u podchlazených s CA po dlouhém zasypání (tabulka 3). Životní funkce mohou být při hluboké hypotermii chabé a obtížně zjistitelné. Záchranáři by měli kontrolovat známky života, včetně životních funkcí, před diagnostikou CA po dobu až jedné minuty, jestliže je podezření na hlubokou hypotermii (<30 °C).^{15,16} Oběť zasypaná > 60 minut s nesvědeckou srdeční zástavou a asystolií má nízkou pravděpodobnost přežití. Našli jsme pouze jednu zprávu o přeživším s nesvědeckou CA po dlouhém zasypání a hypotermické CA. Přítomným rytmem byla asystolie (tabulka 3).⁷⁵ Může dojít k CA, ale při vyprostění oběti nemusí být klinicky zjištěna.^{70,84} K tomu mohlo dojít u jedné oběti s průchodnými dýchacími cestami a vzduchovou kapsou, která byla vyprostěna po zasypání

trvajícím 253 minut.⁷⁰ KPR nebyla poskytnuta, ale posmrtná analýza údajů na multifunkčních sportovních hodinkách později prokázala, že u oběti došlo k CA během vyprostění.⁷⁰

Doba od nalezení oběti do zahájení BLS

Většina kriticky zasypaných obětí není při nalezení v horizontální poloze na zádech. V jedné studii 159 kriticky zasypaných obětí lavin byla hlava u 65 % obětí níže než tělo.⁸⁵ Čtyřicet pět procent obětí bylo v poloze na zádech, 24 % v poloze vleže, 16 % vsedě nebo vestoje a 15 % leželo na boku.⁸⁵ V simulační studii byl medián času od místa, kde se nachází kriticky zasypaná oběť, do zpřístupnění dýchacích cest 7,2 minuty a medián času do polohy vleže na zádech pro kardiopulmonální resuscitace (KPR) 10,1 minuty.²⁸ Stlačování hrudníku mohou laičtí záchranáři účinně provádět před úplným vyprostěním i v atypických polohách. To může zkrátit dobu do zahájení KPR při lavinové záchraně.^{30,86} Kvalita ventilace poskytované laickými záchranáři pomocí ventilace z úst do úst nebo pomocí kapesní masky je obecně špatná.³⁰ U obětí s velmi krátkou dobou zasypání (<20 minut) vyprostěných v CA je možná ROSC po BLS a přežití s dobrým výsledkem (**Supplemental file 5**).^{39,58,63,87,88} Našli jsme devět takových případů ROSC na místě po BLS (**Supplemental file 5**).^{39,58,63,87,88} Klinický průběh těchto obětí byl kompatibilní s CA z asfyxie a úspěšnou resuscitací po obnovení ventilace a okysličení. Případ popsany před 40 lety popisoval oběť, která byla vyprostěna v asystolii poté, co byla kriticky zasypaná po dobu 5 h. Přežila bez následků navzdory zástavě oběhu po vyprostění trvajícím 70 minut.⁷⁵

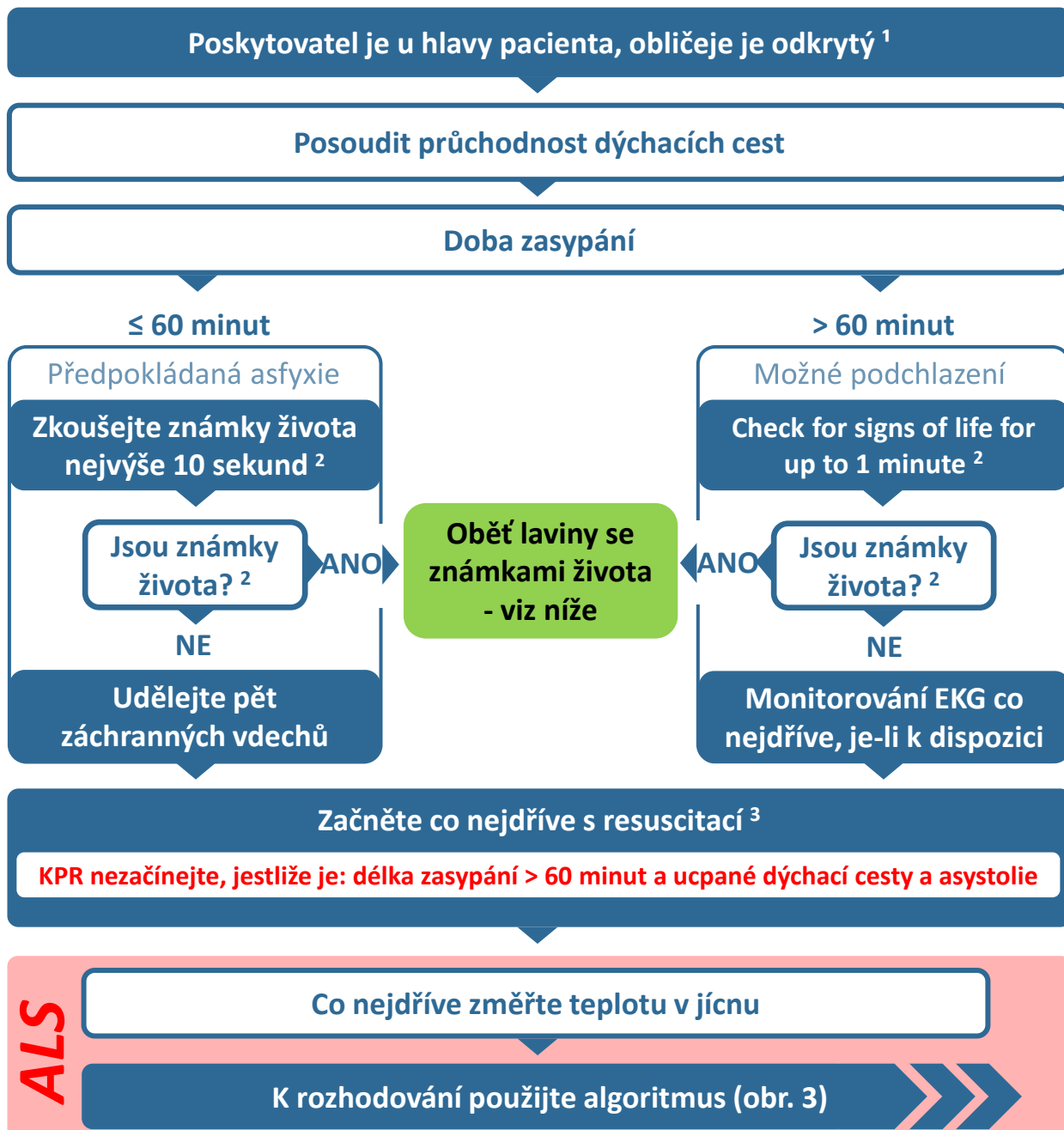
Trauma

Úrazy jsou významnou příčinou úmrtí při smrtelných lavinových nehodách. V Kanadě se úraz podílel na 19 % úmrtí v jedné studii³² a na 24 %⁴² úmrtí v jiné studii. V jiných studiích činil podíl smrtelných úrazů způsobených úrazem 6 % v Rakousku,⁴⁷ 5 %⁴⁶ a 29 % v USA⁴⁸ a 15 % v Japonsku.⁵⁰ Poranění mohou být závažná.^{34,48,50,83,89}, mohou zahrnovat poranění hlavy^{48,90} hrudníku^{42,47,91} včetně pneumotoraxu^{64,83,89,90,92}, nestabilní poranění páteře a zlomeniny pánve.^{47,48,90,91,93,93,94} Může dojít také k omrzlinám.^{55,93} Na místě může být podezření na těžké trauma, které se však při pitvě nepotvrdí⁹⁵, nebo těžké trauma nemusí být zjištěno na místě, ale zjistí se později v nemocnici. Invazivní zákroky, např. torakostomie, mohou urychlit krvácení a zkomplikovat ohřívání pomocí ECLS u podchlazených obětí s CA.^{96,97}

Podtlakový plicní edém

U kriticky zasypaných obětí lavin byl popsán plicní edém, o němž se předpokládá, že je způsoben podtlakem, a který se obvykle vyskytuje u obětí s krátkou dobou zasypání..

Obr. 2 - Počáteční ošetření kriticky zasypaných obětí laviny



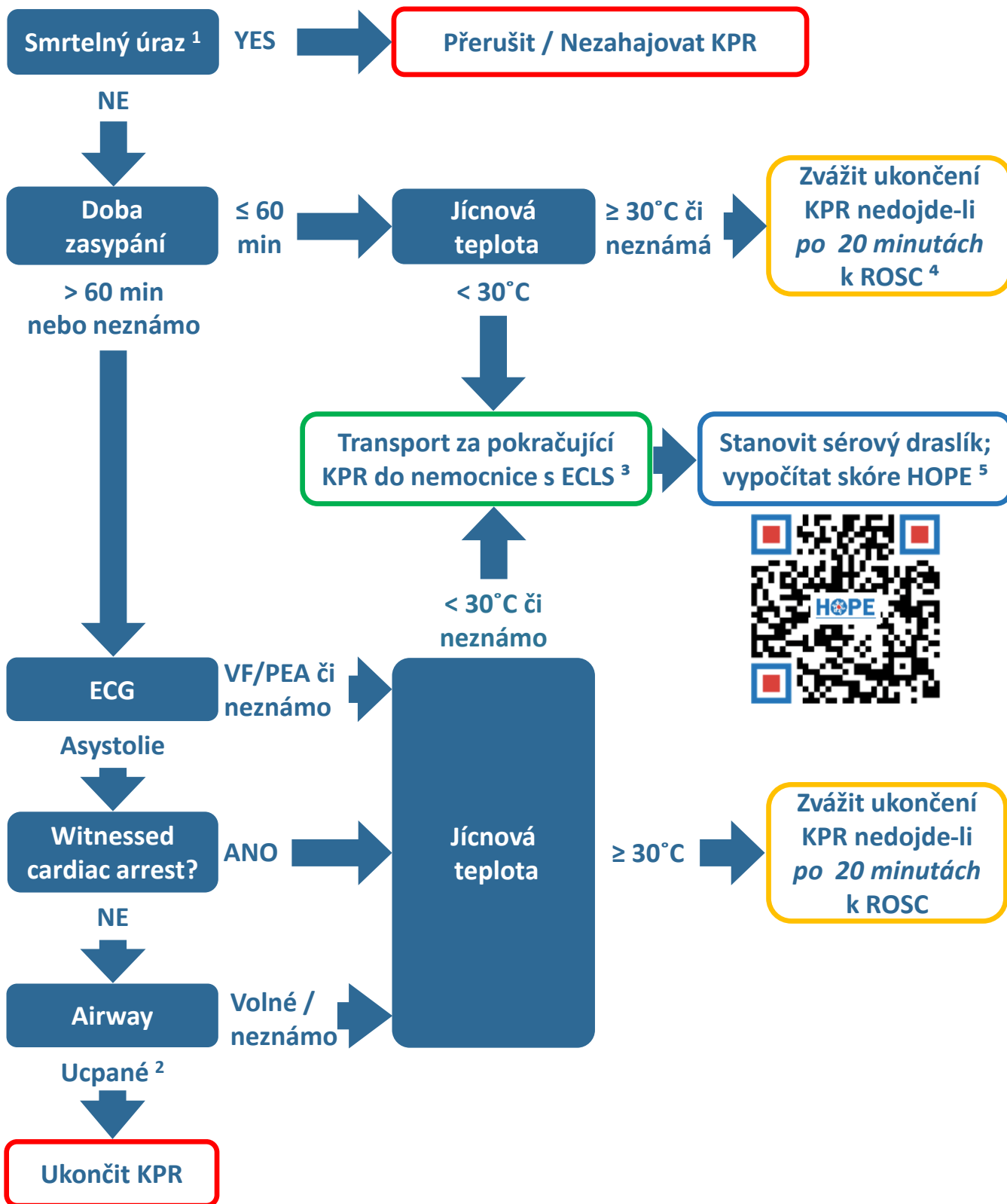
Kriticky zasypaná oběť laviny se známkami života

- Monitorování EKG co nejrychleji (ideálně před manipulací s pacientem nebo jeho přemístěním)
- Šetrné zacházení a zvážení možného traumatu
- Převoz do nejvhodnější nemocnice
- Zvažte převoz do nemocnice s ECLS u podchlazených pacientů:
Teplota jádra <30 °C nebo komorová arytmie nebo systolický krevní tlak <90 mmHg.
- Léčba zdravotních potíží, které nejsou specifické pro oběti lavin (např. podchlazení, úraz), by se měla řídit nejnovějšími doporučeními

1. Posuďte, zda se jedná o smrtelná zranění: dekapitace; transektce trupu; rozložení celého těla, a v jejich přítomnosti nezačínajte s resuscitací.

2. Mezi známky života patří některá z následujících možností: A, V nebo P z AVPU (bdělý, reagující na slovní podněty, reagující na bolest, nereagující) nebo Glasgow Coma Scale >3, jakýkoli viditelný pohyb, dýchání nebo hmatný krční nebo stehenní puls (pro zkušené poskytovatele ALS).

3. Standardní rychlost komprese / ventilace. Dávka léku a defibrilace v závislosti na teplotě jádra nebo, pokud není k dispozici, doba zasypaní. Pokud fibrilace komor přetrvává po třech výbojích, odložte další pokusy, dokud teplota jádra nebude ≥30 °C. Pokud je teplota jádra <30 °C, adrenalin nepodávejte.



1. Dekapitace, transektce trupu, rozklad celého těla.

2. Ucpané nebo "zablokované" dýchací cesty znamenají, že nos i ústa jsou zcela zaplněny kompaktním sněhem nebo úlomky.

3. U hluboce podchlazeného pacienta (<28 °C), pokud je záchrana příliš nebezpečná, zvažte odloženou KPR a pokud je transport obtížný, zvažte přerušovanou KPR.

4. Pokud není k možné změřit teplotu jádra, lze zvážit hypotermickou zástavu i při době zasypání ≤60 minut, a to u obětí s průchodnými dýchacími cestami a bez známek života, kde existuje možnost velmi rychlého ochlazení (např. zasypání během výstupu, hubená nebo malá osoba, minimálně oblečená, zpocená před zasypáním).

5. Nemocniční prognóza úspěšného ohřátí u oběti laviny by měla zahrnovat odhad pravděpodobnosti přežití pomocí skóre HOPE. V případě jakýchkoli pochybností, zda se oběť laviny mohla udusit i přes kritické zasypání, mělo by se skóre HOPE vypočítat pomocí možnosti NON-ASPHYXIA. Tím se sníží riziko podcenění indikace ECLS. Pokud nelze skóre HOPE určit, lze postupovat podle hodnot draslíku <7 mmol/l a teploty <30 °C, které mohou indikovat zahřátí ECLS.

Plicní edém se může objevit již při zasypání trvajícím 3-5 minut.^{10,65,98-100} Přestože plicní edém vyžaduje hospitalizaci, zpravidla s neinvazivní ventilací nebo intubací, obvykle odezní při léčbě do 24 hodin.^{65,100}

Doporučení týkající se lavin (tabulka 4)

Prvotní management kriticky zasypaných obětí lavin a rozhodování o pokročilem managementu kriticky zasypaných obětí lavin v CA jsou shrnuty ve dvou samostatných algoritmech (obr. 2 a obr. 3). Na základě aktualizovaných algoritmů jsme revidovali kontrolní seznam pro resuscitaci lavinových obětí (AVRC, *Avalanche Victim Resuscitation Checklist*), který slouží jako podpora klinického rozhodování a dokumentace v terénu (**Supplemental file 6**).²²

Zahřívání v nemocnici

Rozhodnutí, zda provést v nemocnici ohřev ECLS u podchlazených obětí lavin s CA, se tradičně zakládalo na hodnotě sérového draslíku nebo nověji na kombinaci hraničních hodnot draslíku (7 mmol/l) a teploty (30 °C).^{3,101} Tento přístup se nedávno změnil. Pokyny ERC z roku 2021 již nedoporučují používat hodnotu draslíku jako jediné primární kritérium pro třídění, ale spíše jako součást multivariabilního nástroje, jako je *Prognostické skóre hypotermie po ECLS HOPE* (Hypothermia Outcome Prediction score after ECLS). Potřebu ECLS indikuje alternativně kombinace draslíku < 7 mmol/l a teploty < 30 °C.^{15,101,102} Mít hlavu zcela pokrytou sněhem je v odvozovacích a validačních studiích skóre HOPE definováno jako mechanismus související s asfyxií, spojený s nižší pravděpodobností přežití.^{102,103} Vzhledem k tomu, že ve validační studii HOPE bylo málo obětí lavin (méně než 10 přeživších zasypání lavinou po zahřátí ECLS), mělo by se skóre HOPE používat opatrně, zejména pokud existují pochybnosti o spolehlivosti průchodnosti dýchacích cest. V případě nejistoty je třeba zvážit další parametry, jako je vychládání po vyproštění, oblečení, přidružené trauma a laboratorní parametry, včetně pH, laktátu a koagulopatie. Pokud existuje možnost, že oběť laviny nemusela být udušena navzdory kritickému zasypání, nebo u obětí zasypané > 60 minut, která měla svědeckou CA, výpočet skóre HOPE s použitím scénáře bez asfyxie snižuje riziko podcenění pravděpodobnosti přežití a rozhodnutí neposkytnout zahřátí ECLS navzdory potenciálně příznivé pravděpodobnosti přežití.

Ostatní pro laviny nespécifická doporučení

Pro léčbu zdravotních potíží, které se mohou vyskytnout u obětí lavin, a které nejsou lavinově specifické, existují pokyny. Jedná se o náhodnou hypotermii,^{15,16,20,77} normotermickou CA, trauma^{15,18} a ukončení KPR.¹⁹

Limitace

Hlavním omezením této práce je, že většina údajů, na kterých jsou doporučení založena, je retrospektivní. Počet hlášených přeživších je nízký. Prospektivní sběr vysoce kvalitních údajů, včetně využití specializovaných registrů, by byl užitečný. Nezabývali jsme se situacemi s vícečetným tříděním.^{104,105} Přestože dárcovství orgánů od obětí lavin se smrtí mozku nebylo při formulaci doporučení zahrnuto do analýzy, může být důležitým faktorem.^{36,106}

Závěry

Počáteční péče o oběti s CA s krátkou (<60 minut) dobou trvání zasypání by se měla zaměřit na ventilaci. Počáteční management obětí s dlouhou (>60 minut) dobou trvání zasypání klade důraz na prodlouženou (1 minutovou) kontrolu známek života, včetně životních funkcí, a zjištění podchlazení. Oběti s délkou zasypání > 60 minut, ucpanými dýchacími cestami a asystolií by neměly být resuscitovány. Oběti s teplotou jádra < 30 °C, stejně jako oběti s neznámou teplotou jádra, ale s dlouhou dobou (> 60 minut) trvání zasypání a svědeckou CA nebo rytmem CA VF nebo PEA, by měly být převezeny s probíhající resuscitací do nemocnice s možností ECLS..

Střet zájmů

Atoři prohlašují, že nejsou ve střetu zájmů. Nikdo z autorů nemá finanční ani osobní vztahy, které by mohly práci ovlivnit.

Poděkování

Děkujeme Duncanu Grayovi za pomoc a příspěvky týkající se počátečního managementu a rozhodovacích algoritmů, Peteru Mairovi za kritickou recenzi a zpětnou vazbu, zejména k nemocničnímu managementu obětí lavin s CA, Alexandru Kottmannovi, Peteru Paalovi a Svenu Christjaru Skaiaaovi za pomoc při překladu informací a získávání údajů z článků v němčině a norštině. Jsme vděční za neocenitelnou pomoc a asistenci v procesu rešerše literatury týmu lékařské knihovny Lausanské univerzity ve švýcarském Lausanne. Děkujeme také Stephánii Thomasové, prezidentce ICAR Avalanche Rescue Commission, za organizaci zapojení členů Avalanche Rescue Commission (CA, RM) do projektu. Děkujeme Olivieru Huglimu za vytvoření obrázku v **Supplemental file 4**..

Zdroj financí

Tento výzkum nebyl financován z externích zdrojů. Poplatky za zpracování článku byly hrazeny z programu Open Access Lausanne University.

Appendix A. Doplnková data

Doplnková data (Supplementary data) k článku lze nalézt na on-line: <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2023.109708>.

Údaje o autorech

^aEmergency Department, Lausanne University Hospital, Lausanne, Switzerland ^bInternational Commission for Mountain Emergency Medicine (ICAR MedCom), Zurich, Switzerland ^cInstitute of Mountain Emergency Medicine, Eurac Research, Bolzano, Italy ^dMedical University Innsbruck, Innsbruck, Austria ^eInternational Commission for Mountain Emergency Medicine (ICAR MedCom), Zurich, Switzerland ^fSwiss Air Ambulance -

Rega, Zurich Airport, Switzerland ^gDepartment of Anaesthesiology and Pain Medicine, Inselspital, Bern University Hospital, University of Bern, Bern, Switzerland ^hDepartment of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine, St. John of God Hospital, Paracelsus Medical University Salzburg, Austria ⁱDepartment of Emergency Medicine, Alaska Native Medical Center Anchorage, Alaska, USA ^jDepartment of Emergency Medicine Stanford University Medical Center Stanford, CA, USA ^kCardiovascular Department, Mountain Medicine, Research, & Survey Division, Hokkaido Ohno Memorial Hospital, Hokkaido, Japan ^lDepartment of Internal Medicine, Nihon University School of Medicine, Tokyo, Japan ^mICAR Avalanche Rescue Commission, Zurich, Switzerland ⁿProvidence Hood River Memorial Hospital, Hood River, Oregon, USA ^oMountain Rescue Association, USA ^pEmergency Department, Boulder Community Health, Boulder, CO, USA ^qUniversity of Colorado Wilderness and Environmental Medicine Fellowship Faculty, Aurora, CO, USA ^rCanmore Hospital, Alberta, Canada ^sUniversity of Calgary, Canada ^tDepartment of Anaesthesia, University Hospitals of Morecambe Bay Trust, Lancaster, England ^uLangdale Ambleside Mountain Rescue Team, England ^vBavarian Mountain Rescue Service, Bad Tölz, Germany ^wEmergency Department, University of Colorado, Aurora, Colorado, USA ^xDepartment of Emergency Medicine, University Hospital of Grenoble Alps Grenoble, France ^yLausanne University Medical Library, Lausanne, Switzerland

Překlad: MUDr. Ivan Rotman & DeepL, 14. 4. 2023
Společnost horské medicíny www.horska-medicina.cz

REFERENCES

- Brugger H, Durrer B, Adler-Kastner L. On-site triage of avalanche victims with asystole by the emergency doctor. *Resuscitation* 1996;31:11-6.
- Brugger H, Durrer B. On-site treatment of avalanche victims ICAR-MEDCOM-recommendation. *High Alt Med Biol* 2002;3:421-5.
- 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.
- 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.
- Vanden Hoek TL, Morrison LJ, Shuster M, et al. Part 12: cardiac arrest in special situations: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2010;122:S829-61.
- 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.
- Lott C, Truhlar A, Alfonzo A, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation* 2021;161:152-219.
- 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.
- McGowan J, Sampson M, Salzwedel DM, et al. PRESS Peer Review of Electronic Search Strategies: 2015 Guideline Statement. *J Clin Epidemiol* 2016;75:40-6.
- Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan-a web and mobile app for systematic reviews. *Syst Rev* 2016;5:210.
- Tricco AC, Lillie E, Zarin W, et al. PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Ann Intern Med* 2018;169:467-73.
- Kottmann A, Pasquier M, Strapazzon G, et al. Quality Indicators for Avalanche Victim Management and Rescue. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18.
- Procter E, Strapazzon G, Dal Cappello T, et al. Burial duration, depth and air pocket explain avalanche survival patterns in Austria and Switzerland. *Resuscitation* 2016;105:173-6.
- Brugger H, Durrer B, Adler-Kastner L, Falk M, Tschirky F. Field management of avalanche victims. *Resuscitation* 2001;51:7-15.
- Lott C, Truhlar A, Alfonzo A, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation* 2021;161:152-219.
- Musi ME, Sheets A, Zafren K, et al. Clinical staging of accidental hypothermia: The Revised Swiss System: Recommendation of the International Commission for Mountain Emergency Medicine (ICAR MedCom). *Resuscitation* 2021;162:182-7.
- Dow J, Giesbrecht GG, Danzl DF, et al. Wilderness Medical Society Clinical Practice Guidelines for the Out-of-Hospital Evaluation and Treatment of Accidental Hypothermia: 2019 Update. *Wilderness Environ Med* 2019.
- Sumann G, Moens D, Brink B, et al. Multiple trauma management in mountain environments - a scoping review : Evidence based guidelines of the International Commission for Mountain Emergency Medicine (ICAR MedCom). Intended for physicians and other advanced life support personnel. *Scand J Trauma Resusc. Emerg Med* 2020;28:117.
- Schon CA, Gordon L, Holzl N, et al. Determination of Death in Mountain Rescue: Recommendations of the International Commission for Mountain Emergency Medicine (ICAR MedCom). *Wilderness Environ Med* 2020;31:506-20.
- 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.
- Guyatt G, Gutterman D, Baumann MH, et al. Grading strength of recommendations and quality of evidence in clinical guidelines: report from an american college of chest physicians task force. *Chest* 2006;129:174-81.
- Kottmann A, Blancher M, Pasquier M, Brugger H. Avalanche Victim Resuscitation Checklist adaption to the 2015 ERC Resuscitation guidelines. *Resuscitation* 2017;113:e3-4.
- Brugger H, Falk M. Adler-Kastner L [Avalanche emergency. New aspects of the pathophysiology and therapy of buried avalanche victims]. *Wien Klin Wochenschr* 1997;109:145-59.
- Strapazzon G, Malacrida S, Governo E, et al. An artificial air pocket device reduces inspired level of carbon dioxide in participants completely buried in avalanche debris: an experimental, randomized crossover study. In: ISMM. Switzerland: XIII World Congress on Mountain Medicine; 2021.
- Brugger H, Sumann G, Meister R, et al. Hypoxia and hypercapnia during respiration into an artificial air pocket in snow: implications for avalanche survival. *Resuscitation* 2003;58:81-8.
- McIntosh SE, Crouch AK, Dorais A, et al. Effect of head and face insulation on cooling rate during snow burial. *Wilderness Environ Med* 2015;26:21-8.
- Roubík K, Sieger L, Sykora K. Work of Breathing into Snow in the Presence versus Absence of an Artificial Air Pocket Affects Hypoxia and Hypercapnia of a Victim Covered with Avalanche Snow: A Randomized Double Blind Crossover Study. *PLoS One* 2015;10: e0144332.

28. Wallner B, Moroder L, Brandt A, et al. Extrication Times During Avalanche Companion Rescue: A Randomized Single-Blinded Manikin Study. *High Alt Med Biol* 2019;20:245-50.
29. Wik L, Brattebo G, Osteras O, et al. Physiological effects of providing supplemental air for avalanche victims. A randomised trial. *Resuscitation* 2022;172:38-46.
30. Wallner B, Moroder L, Salchner H, et al. CPR with restricted patient access using alternative rescuer positions: a randomised crossover manikin study simulating the CPR scenario after avalanche burial. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2021;29:129.
31. Armstrong BR. AVALANCHE ACCIDENT VICTIMS IN THE USA. *Ekistics-the Problems and Science of Human Settlements* 1984;51:543-6.
32. Haegeli P, Falk M, Brugger H, Etter HJ, Boyd J. Comparison of avalanche survival patterns in Canada and Switzerland. *CMAJ* 2011;183:789-95.
33. Hohlrieder M, Mair P, Wuertl W, Brugger H. The impact of avalanche transceivers on mortality from avalanche accidents. *High Alt Med Biol* 2005;6:72-7.
34. Mair P, Frimmel C, Vergeiner G, et al. Emergency medical helicopter operations for avalanche accidents. *Resuscitation* 2013;84:492-5.
35. Hohlrieder M, Thaler S, Wuertl W, et al. Rescue missions for totally buried avalanche victims: conclusions from 12 years of experience. *High Alt Med Biol* 2008;9:229-33.
36. 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.
37. Strapazzon G, Plankensteiner J, Mair P, et al. Prehospital management and outcome of avalanche patients with out-of-hospital cardiac arrest: a retrospective study in Tyrol, Austria. *Eur J Emerg Med* 2017;24:398-403.
38. Oberhammer R, Beikircher W, Hörmann C, et al. Full recovery of an avalanche victim with profound hypothermia and prolonged cardiac arrest treated by extracorporeal re-warming. *Resuscitation* 2008;76:474-80.
39. 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.
40. Ruttman E, Dietl M, Kastenberger T, et al. Characteristics and outcome of patients with hypothermic out-of-hospital cardiac arrest: Experience from a European trauma center. *Resuscitation* 2017;120:57-62.
41. Boue Y, Payen JF, Brun J, et al. Survival after avalanche-induced cardiac arrest. *Resuscitation* 2014;85:1192-6.
42. Boyd J, Haegeli P, Abu-Laban RB, Shuster M, Butt JC. Patterns of death among avalanche fatalities: a 21-year review. *CMAJ* 2009;180:507-12.
43. Mair P, Brugger H, Mair B, Moroder L, Ruttman E. Is extracorporeal rewarming indicated in avalanche victims with unwitnessed hypothermic cardiorespiratory arrest? *High Alt Med Biol* 2014;15:500-3.
44. Christensen ED, Lacsina EQ. Mountaineering fatalities on Mount Rainier, Washington, 1977-1997: autopsy and investigative findings. *Am J Forensic Med Pathol* 1999;20:173-9.
45. Blancher M, Bauvent Y, Bare S, et al. Multiple casualty incident in the mountain: Experience from the Valfrejus avalanche. *Resuscitation* 2017;111:e7-8.
46. McIntosh SE, Grissom CK, Olivares CR, Kim HS, Tremper B. Cause of death in avalanche fatalities. *Wilderness Environ Med* 2007;18:293-7.
47. Hohlrieder M, Brugger H, Schubert HM, et al. Pattern and severity of injury in avalanche victims. *High Alt Med Biol* 2007;8:56-61.
48. Sheets A, Wang D, Logan S, Atkins D. Causes of Death Among Avalanche Fatalities in Colorado: A 21-Year Review. *Wilderness Environ Med* 2018;29:325-9.
49. Johnson SM, Johnson AC, Barton RG. Avalanche trauma and closed head injury: adding insult to injury. *Wilderness Environ Med* 2001;12:244-7.
50. Oshiro K, Murakami T. Causes of death and characteristics of nonsurvivors rescued during recreational mountain activities in Japan between 2011 and 2015: a retrospective analysis. *BMJ Open* 2022;12:e053935.
51. Brugger H, Falk M [New perspectives of avalanche disasters. Phase classification using pathophysiologic considerations]. *Wien Klin Wochenschr* 1992;104:167-73.
52. Eidenbenz D, Techel F, Kottmann A, et al. Survival probability in avalanche victims with long burial (>60 min): A retrospective study. *Resuscitation* 2021;166:93-100.
53. Falk M, Brugger H, Adler-Kastner L. Avalanche survival chances. *Nature* 1994;368:21.
54. Rauch S, Koppenberg J, Josi D, et al. Avalanche survival depends on the time of day of the accident: A retrospective observational study. *Resuscitation* 2022;174:47-52.
55. Schnee und Lawinen in den Schweizeralpen Winter 1971/72. *Winterbericht des Eidgenössischen Instituts für Schnee- und Lawinenforschung, Davos, Switzerland, 1973.*
56. Radwin MI, Grissom CK. Technological advances in avalanche survival. *Wilderness Environ Med* 2002;13:143-52.
57. Parry-Jones B, Parry-Jones WL. Post-traumatic stress disorder: supportive evidence from an eighteenth century natural disaster. *Psychol Med* 1994;24:15-27.
58. Gray D. Survival after burial in an avalanche. *Br Med J (Clin Res Ed)* 1987;294:611-2.
59. Gasteiger L, Putzer G, Unterpertinger R, et al. Solid Organ Donation from Brain Dead Donors with Cardiorespiratory Arrest after Snow Avalanche Burial - A Retrospective Single-Centre Study. *Transplantation* 2021.
60. Varutti R, Trillo G, Di Silvestre A, et al. A case of successful organ donation after extremely prolonged manual cardiopulmonary resuscitation in an avalanche victim. *Emergency Care Journal* 2019;15:2.
61. Boue Y, Payen JF, Torres JP, Blancher M, Bouzat P. Full neurologic recovery after prolonged avalanche burial and cardiac arrest. *High Alt Med Biol* 2014;15:522-3.
62. Kosinski S, Darocha T, Jarosz A, et al. The longest persisting ventricular fibrillation with an excellent outcome - 6h 45min cardiac arrest. *Resuscitation* 2016;105:e21-2.
63. Locher T, Walpoth BH. Differential diagnosis of circulatory failure in hypothermic avalanche victims: retrospective analysis of 32 avalanche accidents. *Praxis* 1996;(Bern 1994(85):1275-82.
64. Dwivedi A, Sharma R, Purkayastha A, Kakria N. Imaging findings of a survivor of avalanche without any life support at very high altitude and extreme low temperatures. *Journal of Krishna Institute of Medical Sciences University* 2016;5:107-12.
65. Glisenti P, Rakusa J, Albrecht R, Luedi MM. Negative pressure pulmonary oedema with haemorrhage after 5-minute avalanche burial. *Lancet* 2016;388:2321-2.
66. Heschl S, Paal P, Farzi S, Toller W. Electrical cardiac activity in an avalanche victim dying of asphyxia. *Resuscitation* 2013;84:e143-4.
67. Paal P, Strapazzon G, Braun P, et al. Factors affecting survival from avalanche burial-a randomised prospective porcine pilot study. *Resuscitation* 2013;84:239-43.
68. Strapazzon G, Paal P, Schweizer J, et al. Effects of snow properties on humans breathing into an artificial air pocket - an experimental field study. *Sci Rep* 2017;7:17675.
69. Koppenberg J, Brugger H, Esslinger A, Albrecht R [Life-saving air supported avalanche mission at night in high alpine terrain]. *Anaesthesist* 2012;61:892-900.
70. Strapazzon G, Beikircher W, Procter E, Brugger H. Electrical heart activity recorded during prolonged avalanche burial. *Circulation* 2012;125:646-7.
71. Grissom CK, Radwin MI, Harmston CH, Hirshberg EL, Crowley TJ. Respiration during snow burial using an artificial air pocket. *JAMA* 2000;283:2266-71.
72. Strapazzon G, Putzer G, Dal Cappello T, et al. Effects of hypothermia, hypoxia, and hypercapnia on brain oxygenation and hemodynamic parameters during simulated avalanche burial: a porcine study. *J Appl Physiol* 1985;2021(130):237-44.
73. Woyke S, Brugger H, Ströhle M, et al. Effects of Carbon Dioxide and Temperature on the Oxygen-Hemoglobin Dissociation Curve of Human Blood: Implications for Avalanche Victims. *Front Med* 2022;8.
74. Strapazzon G, Gatterer H, Falla M, et al. Hypoxia and hypercapnia effects on cerebral oxygen saturation in avalanche burial: A pilot human experimental study. *Resuscitation* 2021;158:175-82.
75. Althaus U, Aeberhard P, Schubach P, Nachbur BH, Muhlemann W. Management of profound accidental hypothermia with cardiorespiratory arrest. *Ann Surg* 1982;195:492-5.
76. Pasquier M, Paal P, Kosinski S, et al. Esophageal Temperature Measurement. *N Engl J Med* 2020;383:e93.
77. Dow J, Giesbrecht GG, Danzl DF, et al. Wilderness Medical Society Clinical Practice Guidelines for the Out-of-Hospital Evaluation and Treatment of Accidental Hypothermia: 2019 Update. *Wilderness Environ*

- Med 2019;30:S47-69.
78. Facchetti G, Avancini G, Aloisio L, et al. Low cooling rate in avalanche burial: Two case reports. *High Alt Med Biol* 2014;15: A279.
 79. Strapazon G, Nardin M, Zanon P, et al. Respiratory failure and spontaneous hypoglycemia during noninvasive rewarming from 24.7°C (76.5°F) core body temperature after prolonged avalanche burial. *Ann Emerg Med* 2012;60:193-6.
 80. Putzer G, Schmid S, Braun P, Brugger H, Paal P. Cooling of six centigrades in an hour during avalanche burial. *Resuscitation* 2010;81:1043-4.
 81. Mittermair C, Foidl E, Wallner B, Brugger H, Paal P. Extreme Cooling Rates in Avalanche Victims: Case Report and Narrative Review. *High Alt Med Biol* 2021;22:235-40.
 82. Pasquier M, Moix PA, Delay D, Hugli O. Cooling rate of 9.4 °C in an hour in an avalanche victim. *Resuscitation* 2015;93:e17-8.
 83. Strohle M, Putzer G, Procter E, Paal P. Apparent Cooling Rate of 7 °C per Hour in an Avalanche Victim. *High Alt Med Biol* 2015;16:356-7.
 84. Frei C, Darocha T, Debaty G, et al. Clinical characteristics and outcomes of witnessed hypothermic cardiac arrest: A systematic review on rescue collapse. *Resuscitation* 2019;137:41-8.
 85. Kornhall DK, Logan S, Dolven T. Body Positioning of Buried Avalanche Victims. *Wilderness Environ Med* 2016;27:321-5.
 86. Wallner B, Strapazon G, Brugger H. Is there any reason for prone cardiopulmonary resuscitation in avalanche victims? *Resuscitation* 2021;167:198-9.
 87. Dorn W, Matter P. Case reports of Davos avalanche accidents 1972/73-1987/88. *Z Unfallchir Versicherungsmed* 1993;255-61.
 88. Grossman MD, Saffle JR, Thomas F, Tremper B. Avalanche trauma. *J Trauma* 1989;29:1705-9.
 89. Wick MC, Weiss RJ, Hohlieder M, et al. Radiological aspects of injuries of avalanche victims. *Injury* 2009;40:93-8.
 90. Ozkacmaz S, Dundar I, (Coban LT, et al. Radiological imaging findings of avalanche victims with traumatic lesions in Van Eastern Province of Turkey. *Eastern Journal of Medicine* 2021;26:457-64.
 91. Cohen JG, Boue Y, Boussat B, et al. Serum potassium concentration predicts brain hypoxia on CT after avalanche-induced cardiac arrest. *Am J Emerg Med* 2016;34:856-60.
 92. Stalsberg H, Albretsen C, Gilbert M, et al. Mechanism of death in avalanche victims. *Virchows Arch A Pathol Anat Histopathol* 1989;414:415-22.
 93. Grosse AB, Grosse CA, Steinbach LS, Zimmermann H, Anderson S. Imaging findings of avalanche victims. *Skeletal Radiol* 2007;36:515-21.
 94. Kobek M, Skowronek R, Jablonski C, Jankowski Z, Palasz A. Histopathological changes in lungs of the mountain snow avalanche victims and its potential usefulness in determination of cause and mechanism of death. *Arch Med Sadowej Kryminol* 2016;66:23-31.
 95. Geisenberger D, Kramer L, Pircher R, Pollak S [Death by avalanche in the minor mountain range]. *Arch Kriminol* 2015;236:115-29.
 96. Swol J, Darocha T, Paal P, et al. Extracorporeal Life Support in Accidental Hypothermia with Cardiac Arrest-A Narrative Review. *ASAIO J* 2022;68:153-62.
 97. Jarosz A, Kosinski S, Darocha T, et al. Problems and Pitfalls of Qualification for Extracorporeal Rewarming in Severe Accidental Hypothermia. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2016;30:1693-7.
 98. Aydin Y, Ogul H, Araz O, Eroglu A. A rare cause of pulmonary oedema: buried under an avalanche. *Br J Hosp Med (Lond)* 2020;81:1.
 99. Schmid F. The pathogenesis of pulmonary edema after being buried by an avalanche. *Schweiz Med Wochenschr* 1981;111:1441-5.
 100. Sumann G, Putzer G, Brugger H, Paal P. Pulmonary edema after complete avalanche burial. *High Alt Med Biol* 2012;13:295-6.
 101. 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.
 102. 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.
 103. 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.
 104. Bogle LB, Boyd JJ, McLaughlin KA. Triage of multiple victims in an avalanche setting: the Avalanche Survival Optimizing Rescue Triage algorithmic approach. *Wilderness Environ Med* 2010;21:28-34.
 105. Genswein M, Macias D, McIntosh S, et al. AvaLife—A New Multi-Disciplinary Approach Supported by Accident and Field Test Data to Optimize Survival Chances in Rescue and First Aid of Avalanche Patients. *Int J Environ Res Public Health* 2022;19.
 106. Gasteiger L, Putzer G, Unterperntinger R, et al. Solid Organ Donation From Brain-dead Donors With Cardiorespiratory Arrest After Snow Avalanche Burial: A Retrospective Single-center Study. *Transplantation* 2022;106:584-7.