

Preporuke za dijagnostiku i liječenje slučajnog pothlađivanja u hitnoj medicinskoj službi

Reccomendations for Diagnosis and Treatment of Accidental Hypothermia in Emergency Medicine

Radmila Majhen-Ujević^{1*}, Ingrid Bošan-Kilibarda², Ivan Brdar³, Vida Olujić³, Ivana Ferri Certić³, Senka Kajčić⁴, Helena Milas³

¹ Zavod za hitnu medicinu Splitsko-dalmatinske županije, Split, Hrvatska

² HLZ – Hrvatsko društvo za hitnu medicinu, Zagreb, Hrvatska

³ KBC Split, Objedinjeni hitni bolnički prijam, Split, Hrvatska

⁴ Zavod za hitnu medicinu Primorsko-goranske županije, Rijeka, Hrvatska

Sažetak. Slučajno pothlađivanje podrazumijeva slučajan, nenamjeran pad središnje tjelesne temperature ispod 35 °C. Kod početnog pristupa pothlađenom bolesniku važno je odrediti stupanj pothlađivanja kako bi se moglo započeti liječenje. Minimalno invazivno zagrijavanje može značajno smanjiti mortalitet bolesnika s primarnim pothlađivanjem koji nisu u srčanom zastoju, koji su inače zdravi i imaju stabilne vitalne znakove. Izvntjelesna životna potpora (engl. *Extracorporeal life support*; ECLS) značajno je unaprijedila liječenje bolesnika u srčanom zastoju zbog pothlađenosti, s preživljavanjem gotovo 100 % u nekim slučajevima. Pothlađeni bolesnici s čimbenicima rizika za prijeteći srčani zastoj (središnja temperatura < 28 °C, ventrikulska aritmija, sistolički krvni tlak < 90 mmHg) i oni koji su već u zastoju trebaju biti prevezeni izravno u ustanovu koja ima mogućnost ECLS-a. Kod bolesnika koji su u srčanom zastoju zbog pothlađenosti, potrebno je tijekom prijevoza provoditi trajnu kardiopulmonalnu reanimaciju (KPR). Ako je vrijeme prijevoza produljeno, preporučuje se primjena uređaja za mehanički KPR, a ako provođenje kontinuiranog KPR-a nije moguće, može se primijeniti odložen ili intermitentni KPR. U slučaju povratka spontane cirkulacije (engl. *return of spontaneous circulation*; ROSC) potrebno je primijeniti kvalitetnu poslijeresuscitacijsku skrb. Cilj je ovih preporuka pomoći kliničarima u dijagnosticiranju i liječenju slučajnog pothlađivanja u hitnoj medicinskoj službi primjenom strukturiranih preporuka.

Ključne riječi: hipotermija; klasifikacija; temperatura

Abstract. Accidental hypothermia is defined as an unintentional fall in core body temperature to less than 35°C. The principles of initial management of hypothermia depend on the clinical stage. Minimally-invasive rewarming for patients with primary hypothermia who are not in cardiac arrest and who have stable vital signs and have no comorbidities, can substantially enhance their survival. Extracorporeal life support (ECLS) has advanced role in the management of patients in hypothermic cardiac arrest, with survival rates approaching 100% in some cases. Hypothermic patients with risk factors for imminent cardiac arrest (temperature <28°C, ventricular arrhythmia, systolic blood pressure <90mmHg), and those who are already in cardiac arrest, should be transferred directly to an ECLS-centre. Cardiac arrest patients should receive continuous cardiopulmonary resuscitation (CPR) during transfer. If prolonged transport is required, mechanical CPR can be helpful. Delayed or intermittent CPR may be appropriate in hypothermic arrest when continuous CPR is impossible. The purpose of these recommendations is to help clinicians in diagnosing and treating of accidental hypothermia in the emergency medicine using structured recommendations.

Keywords: classification; hypothermia; temperature

***Dopisni autor:**

Radmila Majhen-Ujević, dr. med.
Zavod za hitnu medicinu Splitsko-dalmatinske županije
Spinčićeva 1, 21000 Split, Hrvatska
E-mail: rujevic2@gmail.com

<http://hrcak.srce.hr/medicina>

UVOD

Slučajno pothlađivanje podrazumijeva slučajan pad središnje tjelesne temperature ispod 35 °C koje nastaje u slučaju smanjenog stvaranja ili pojačanog gubitka topline, odnosno snižene temperature okoliša i nedostatne termoregulacijske prilagodbe¹⁻⁴. Primarno pothlađivanje nastaje izlaganjem organizma niskoj temperaturi okoliša, dok je sekundarno pothlađivanje rezultat određenih bolesti ili stanja koja utječu na termoregulaciju. Može se pojaviti gotovo bilo gdje u svijetu, uključujući tropske regije, u bilo koje godišnje doba, a može nastati i kod vanjskih temperatura koje su više od 0 °C¹. Incidencija u europskim zemljama kreće se 0,13 – 6,9 slučajeva na 100.000 stanovnika¹. Osim temperature okoliša, na razvoj pothlađivanja važnu ulogu ima nedostatna ili mokra odjeća i obuća, kiša, snijeg, vjetar, vlažnost zraka, parcijalni tlak kisika, fizička i psihička kondicija, starija/dječja životna dob, zdravstveno stanje, dehidracija, iscrpljenost, akutna opitost, lijekovi i razni psihički čimbenici. Populacija starije životne dobi ima povećan rizik od nastanka pothlađenosti zbog smanjenih fizioloških rezervi, pridruženih kroničnih bolesti i lijekova te socijalne izoliranosti. Kod starijih bolesnika sepsa se često može manifestirati kao pothlađenost. Stoga, u slučaju neobjašnjivog pothlađivanja ili drugih znakova koji upućuju na sepsu, preporučuje se empirijska primjena antibiotika širokog spektra, s obzirom na moguće uzroke infekcije, aspiracije ili neuspjeha zagrijavanja. Djeca i odrasli sa smanjenim indeksom tjelesne težine (engl. *body mass indeks*; BMI) posebno su osjetljivi na pothlađivanje zbog većeg omjera tjelesne površine i težine¹. Pothlađivanje je često rezultat djelovanja više različitih čimbenika i često se javlja nakon što se iscrpe energetske rezerve organizma. Očituje se različitim kliničkim slikama, poput zbunjenosti, do vitalno ugrožavajućih stanja, kao što je srčani zastoj¹.

METODE

Preporuke su nastale na temelju sustavnog pregleda znanstvene i stručne literature pretraživanjem baza podataka MEDLINE, BioMed Central, Cochrane, Uptodate i Medscape. Proučene su

smjernice mjerodavnih stručnih društava, pregledni članci i pregledni članci s metaanalizama, kao i pojedinačni radovi uključujući i prikaze slučajeva.

Navodima u preporukama pridruženi su dokazi odgovarajuće jačine⁵.

Razine preporuka (A; B; C; D) ocijenjene su na temelju razine dokaza (1–4):

A. Metaanaliza randomiziranih kontroliranih ispitivanja (engl. *randomised controlled trial*; RCT; 1a) ili pojedinačni RCT (1b)

Konačna dijagnoza i određivanje stupnja pothlađenosti može se jedino utvrditi mjerenjem središnje tjelesne temperature. Budući da se vanjski dijelovi tijela hlade brže od unutarnjih, središnju tjelesnu temperaturu trebalo bi mjeriti što je moguće bliže vitalnim organima (mozak, srce).

- B. Sustavni pregled kohortnih studija (2a) ili pojedinačne kohortne studije ili RCT ograničene kvalitete (2b) ili sustavni pregled prikaza serije kontroliranih slučajeva (engl. *case control studies*) (3a) ili pojedinačni prikaz serije kontroliranih slučajeva (3b)
- C. Serija slučajeva ili studija kontrole slučaja ili kohortna studija ograničene kvalitete (4)
- D. Mišljenje stručnjaka⁵.

KLASIFIKACIJA STUPNJEVA POTHLAĐENOSTI

Od 2003. godine u primjeni je Švicarska klasifikacija stupnjeva pothlađenosti koja se temelji na izmjerenoj središnjoj tjelesnoj temperaturi. Značajno ograničenje Švicarske klasifikacije je individualan fiziološki odgovor na pothlađivanje. Npr. drhtanje se može pojaviti i ispod 32 °C pa se može steći krivi dojam o stupnju pothlađenosti⁶. Posljednjih godina jedan od široko prihvaćenih načina procjene stupnja i težine pothlađenosti jest Revidirana švicarska klasifikacija koja je više usmjerena na mogućnost nastanka srčanog zastoja nego na samo mjerenje središnje tjelesne temperature koje na mjestu događaja može biti neizvedivo (nema toplomjera) ili neprecizno (neodgovarajući toplomjer) te se temelji na procjeni stanja svijesti. Ovaj se sustav primjenjuje kod bolesnika s primarno nastalim slučajnim pothla-

Tablica 1. Određivanje stupnjeva pothlađenosti na temelju izmjerene temperature / kliničkih znakova

Švicarska klasifikacija			Revidirana švicarska klasifikacija	Rizik od srčanog zastoja zbog pothlađenosti
Stupanj	Klinički znakovi	Procijenjena temp. (°C)		
I Blaga	Budan i drhti	35–32	A	Nizak
II Umjerena	Smanjena razina svijesti, može i ne mora drhtati	< 32–28	V	Umjeren
III Teška	Bez svijesti, ali diše	< 28–24	P/U prisutni znakovi života	Visok
IV Duboka	Bez svijesti, ne diše, prividna smrt	< 24	U nema znakova života	Srčani zastoj zbog pothlađenosti

AVPU: ljestvica za brzu procjenu stanja svijesti; A – budan (engl. *alert*), V – odgovara na poziv (engl. *voice*), P – odgovara na bol (engl. *pain*), U – ne odgovara (engl. *unresponsive*)

divanjem u odsutnosti drugih uzroka koji mogu djelovati na poremećaj stanja svijesti (Tablica 1)^{6, 7}.

Revidirana švicarska klasifikacija predstavlja smjernicu za primjenu postupaka kod pothlađivanja, ali ne predstavlja zamjenu za kliničku prosudbu. Bolesnik može imati različite stupnjeve stanja svijesti čak i kod slične središnje tjelesne temperature. Posebna pažnja potrebna je kod bolesnika koji su pri svijesti, ali pokazuju znakove hemodinamske ili respiracijske nestabilnosti: bradikardiju, hipotenziju ili bradipneju. Ovi znakovi mogu biti pokazatelji prelaska u stupanj s većom mogućnosti nastanka srčanog zastoja^{6, 7}.

Prospektivna klinička validacija ovog sustava može biti otežana jer je teško primarno pothlađivanje rijetko. Razina dokaza: niska⁶.

MJERENJE TEMPERATURE

U izvanbolničkim uvjetima, mjerenje središnje tjelesne temperature može biti važno za donošenje odluka o liječenju i prijevozu u bolnicu, iako je točno mjerenje teško izvedivo^{8, 9}. U kliničkoj praksi, gruba početna procjena središnje temperature može se učiniti dodirujući bolesnikov prsni koš i koristeći Revidiranu švicarsku klasifikaciju.

Najtočnija je metoda mjerenja ezofagealna sonda^{6, 9} (1C). Postavljanje ezofagealne sonde zahtijeva uvježbanost i koristi se kod intubiranih bolesnika ili kod bolesnika u srčanom zastoju. Vrh sonde postavlja se u donju trećinu jednjaka. Epitimpanično mjerenje temperature pomoću termistora, namijenjenog terenskoj primjeni, može biti pouzdano za mjerenje središnje temperature,

pri čemu vanjski slušni kanal mora biti suh, izoliran od okoline i bez prepreka¹ (1C). Ako epitimpanični uređaj nije na raspolaganju, alternativno se može primijeniti duboko nazofaringealno mjerenje (10-14 cm) kod bolesnika sa sniženom razinom stanja svijesti i bez osiguranog dišnog puta¹. Mjerenje i dalje može biti nepouzdan ako je okolina vlažna ili ako postoji hemodinamska nestabilnost ili srčani zastoj. Infracrveni timpanični toplomjeri nisu pouzdani te se ne mogu primjenjivati (1A). Rektalno mjerenje središnje temperature ne preporučuje se provoditi na terenu jer zahtijeva izlaganje bolesnika hladnim uvjetima, što može dodatno sniziti tjelesnu temperaturu i pogoršati stanje bolesnika (1C). Toplomjer treba imati mogućnost niskog očitavanja temperature¹⁰. U bolničkim uvjetima nevasikularno centralno mjerenje (rektum, jednjak, mokraćni mjehur, nazofarinks) podudara se s mjerenjem putem kateetera u plućnoj arteriji, koja je najtočnija metoda mjerenja u stabilnom stanju, međutim očitavanja prilikom brzih promjena temperature zaostaju za stvarnom temperaturom zbog okolnih tkiva i tjelesnih sadržaja (zrak, urin, stolica) koji imaju termalnu inerciju.

STUPNJEVI POTHLAĐENOSTI

1. Blaga pothlađenost (I)

Blago pothlađeni bolesnici većinom su potpuno budni. Mogu razviti tahipneju, tahikardiju, početnu hiperventilaciju, ataksiju, dizartriju, drhtanje i tzv „hladnu diurezu“. Naime, zbog inhibicije anti-duretskog hormona (ADH) dolazi do relativne

centralne hipervolemije i povišenja krvnog tlaka, što rezultira diurezom².

2. Umjerena pothlađenost (II)

Kod umjerene pothlađenosti dolazi do proporcionalnog smanjenja srčane frekvencije i minutnog volumena srca, hipoventilacije, depresije središnjeg živčanog sustava, hiporefleksije, smanjenog bubrežnog protoka te nestanka drhtanja pri kraju temperaturne granice za umjereno pothlađivanje. Dolazi do aritmija (atrijska fibrilacija – AF, junkcijska bradikardija), depresije reakcija zjenica na svjetlo zbog usporavanja konstrikcije i dilatacije. Dilatirane zjenice primjećuju se kod temperature niže od 29 °C. Može se zamijetiti gubitak kornealnog i okulocefaličkog refleksa, ali nisu proporcionalno povezani s temperaturom.

3. Teška pothlađenost (III)

Teška pothlađenost dovodi do plućnog edema, oligurije, arefleksije, kome, hipotenzije, bradikardije, ventrikulskih aritmija i asistolije. Prilikom pregleda bolesnika važno je naglasiti da je pothlađeno srce osjetljivo na pokrete. Gruba manipulacija bolesnika za vrijeme pregleda ili postupaka može izazvati aritmiju uključujući i ventrikulsku fibrilaciju (VF). Spašavatelji trebaju pokušati odrediti stupanj pothlađenosti na temelju kliničke slike imajući na umu da drhtanje može biti prisutno i ispod 32 °C, kao i da bolesnici mogu imati vitalne znakove i kod temperature < 24 °C¹ (1C).

4. Pothlađenost bez vitalnih znakova (IV)

LIJEČENJE

Iako je zagrijavanje najvažniji terapijski postupak u liječenju pothlađivanja, naglo zagrijavanje periferije (ekstremiteta) može uzrokovati potencijalno životno ugrožavajuće kardiovaskularne, elektrolitske i acidobazne poremećaje kao što su:

- ventrikulska fibrilacija koja može nastati naglim padom središnje temperature tijela zbog dotoka hladne periferne krvi u toplije unutarnje organe (engl. *afterdrop*)
- šok koji je uzrokovan centralnom hipovolemijom zbog periferne vazodilatacije (engl. *rewarming shock*) i gubitkom tekućine uslijed povećane diureze (engl. *cold diuresis*)

- acidoza koja je uzrokovana dotokom kiselih produkata metabolizma iz perifernih tkiva (engl. *rewarming acidosis*).

Zagrijavanje može biti:

- pasivno vanjsko
- aktivno vanjsko (kombinacija toplih deka, kemijskih jastučića za zagrijavanje, toplog zraka i tople kupke; najprije treba započinjati zagrijavanje trupa³)
- aktivno unutarnje
- intravenska primjena toplih otopina kristaloida
- endovaskularno zagrijavanje putem katetera metoda je izbora za bolesnike koji ne trebaju postupke ECLS-a ili nije dostupan
- peritonealno i pleuralno ispiranje toplim izotoničnim otopinama
- ECLS postupci zagrijavanja krvi (veno-venska hemofiltracija, veno-venska hemodijaliza, kardiopulmonalna prenosnica (engl. *cardiopulmonary bypass, CPB*), ekstrakorporalna membranska oksigenacija (engl. *extracorporeal membrane oxygenation; ECMO*)
- ezofagealni odašiljač topline minimalno je invazivna metoda zagrijavanja putem silikonske orogastrične cijevi kojom u zatvorenom krugu cirkulira tekućina zadane temperature^{3,11}.

Ne preporučuju se lavaža želuca i mjehura^{1,3}.

Stupanj pothlađenosti određuje metodu zagrijavanja koju treba primijeniti. Pasivno vanjsko zagrijavanje metoda je izbora za blagu pothlađenost. Koristi se i kao dodatna metoda, ako je moguće, u bolesnika koji se podvrgavaju agresivnom zagrijavanju kod umjerene i teške pothlađenosti. Nakon što se ukloni vlažna odjeća, tijelo bolesnika pokriva se vunanim pokrivačima, alufolijom ili drugim vrstama izolacije. Također, potrebno je primijeniti tople i slatke napitke. Rezultat navedenog je smanjenje gubitka topline u kombinaciji s unutarnjom produkcijom topline što omogućava zagrijavanje. Temperaturu prostorije u kojoj se nalazi pothlađena osoba treba održavati na 28 °C, ako je to moguće³. Ova metoda nije djelotvorna u slučaju iscrpljenih rezervi glikogena, sepse ili hipovolemije, posebice u osoba starije životne dobi koje imaju poremećaj metaboličke i kardiovaskularne homeostaze. Navedene bolesnike potrebno je aktivno zagrijavati. Preporučena brzina zagrija-

vanja je između 0,5 i 2 °C po satu³. Korištenje mjera aktivnog zagrijavanja preporučuje se u slučaju da je brzina zagrijavanja manja od 0,5 °C po satu ili su prisutne aritmije.

Pasivno vanjsko zagrijavanje moguće je samo ako su fiziološke rezerve dostatne da omogućuju drhtanje i povećanje metabolizma. Neuspješno zagrijavanje ovom metodom mora pobuditi sumnju na druge uzroke pothlađivanja.

IZVANBOLNIČKO LIJEČENJE

Potrebno je spriječiti ili usporiti daljnji gubitak topline i što prije započeti utopljavanje. Izvanbolničko utopljavanje teško se može provoditi zbog ograničenih kapaciteta (opreme i pomagala za zagrijavanje) i kraćeg vremena prijevoza (uglavnom manje od jednog sata). Osnovne mjere za pothlađenog bolesnika u izvanbolničkim uvjetima jesu premještanje iz hladne okoline, sprječavanje daljnjeg gubitka topline i brz prijevoz u bolnicu. Bolesnici s oslabljenim termoregulacijskim mehanizmima i smanjenom mogućnošću drhtanja zbog stanja poput traume, sekundarnog pothlađivanja i utjecaja sedativa imaju visok rizik teškog



Slika 1. Tremor koji imitira VT (ventrikulsku tahikardiju), strelice prikazuju prisutne QRS komplekse



Slika 2. "J" ili Osbornov val

pothlađivanja i srčanog zastoja zbog pothlađenosti.

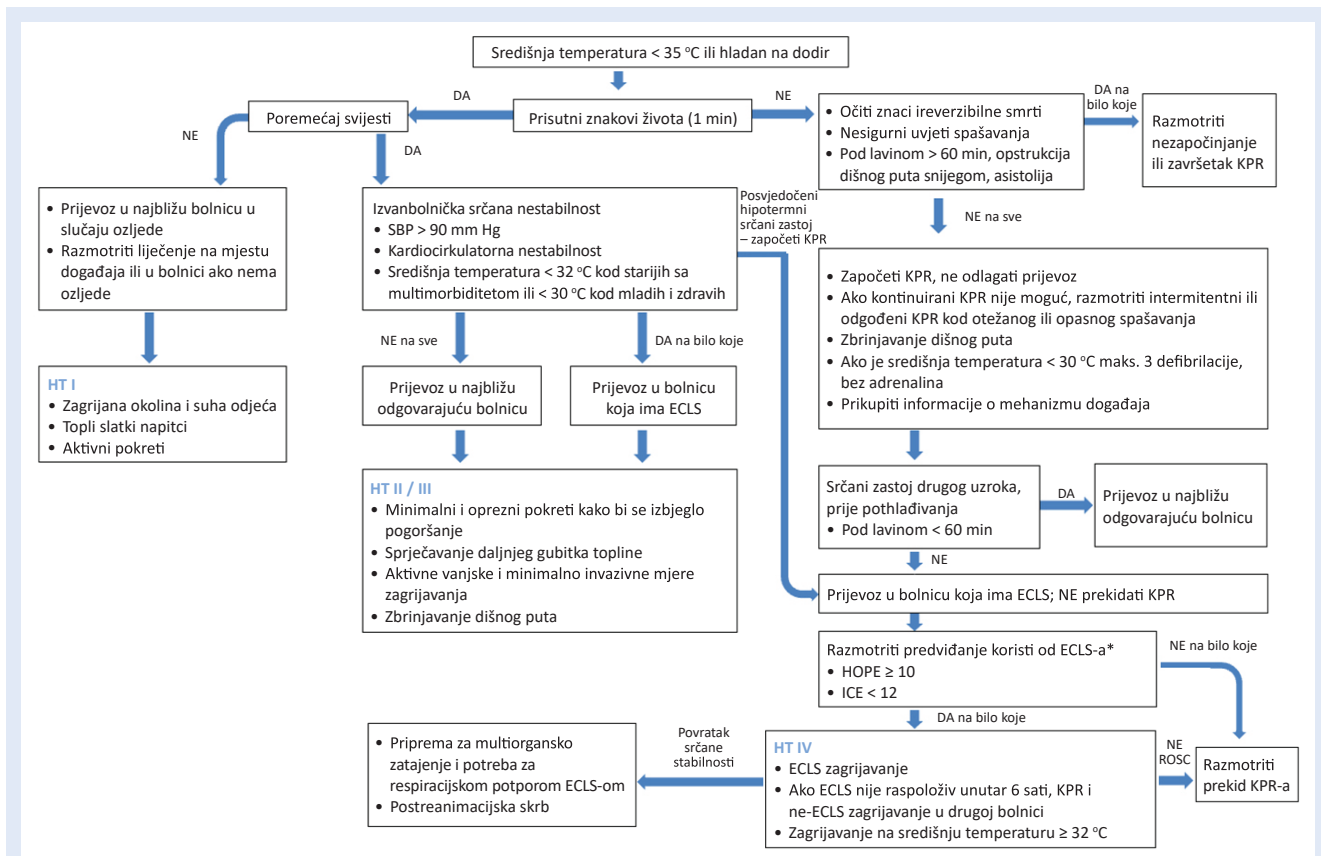
Osnovni čimbenici koji usmjeravaju liječenje pothlađenosti jesu razina svijesti, budnost, drhtanje, fizičke sposobnosti i kardiovaskularna stabilnost (ritam, krvni tlak) uz dodatnu mogućnost mjerenja središnje tjelesne temperature¹⁰ (1C).

Blaga pothlađenost (I)

Blago pothlađene bolesnike najčešće nije potrebno prevoziti u bolnicu. Preporučuje se primjena pasivnog zagrijavanja putem izmicanja iz hladne okoline i utopljavanje. U slučaju budnog bolesnika koji drhti i nema rizik od aspiracije, preporučuje se primjena toplih napitaka bogatih ugljikohidratima¹⁰ (1C).

Umjerena ili teška pothlađenost (II, III)

Potrebno je provoditi aktivno zagrijavanje¹⁰ (1B) i spriječiti daljnje pothlađivanje. Važno je naglasiti da je i nakon izmicanja bolesnika iz hladne okoline moguć daljnji pad temperature (čak i 5-6 °C). Bolesnika treba zaštititi od hladnoće, vjetrova i vlage te ga omotati u nekoliko slojeva. Bolesnika koji ne može hodati, treba postaviti u vodoravan položaj na nosilima¹⁰ (1B). Aktivnosti koje poboljšavaju protok krvi kroz hladna periferna tkiva, povećavaju volumen hladne krvi koja se vraća u srce i tako dolazi do daljnjeg pothlađivanja i mogućnosti nastanka VF-a (1B). Ako su na raspolaganju suha odjeća ili pokrivači, vlažnu odjeću treba razrezati i skinuti u zaštićenom i ugrijanom prostoru¹⁰ (1B). Velike kemijske ili električne „vruće pakete“ treba postaviti na prsa i leđa, ali na način da nisu u izravnom doticaju s kožom kako bi se izbjegle opekline¹⁰ (1C). Na prekrivače ili suhu odjeću treba postaviti vodonepropusnu barijeru, dobro omotati i utopiti cijelo tijelo uključujući i glavu i vrat¹⁰ (1C). Pothlađeni bolesnici zatečeni u ležećem položaju ne bi smjeli hodati dok nisu uniželi odgovarajuću količinu kalorija i drhtali barem 30 min, međutim pokušaji utopljavanja ne bi trebali odlagati prijevoz. Potrebno je učiniti ABCDE procjenu, primijeniti kisik ako je potrebno¹⁰ (1C), otvoriti intravenski/intraosealni (i. v. / i. o.) put i postaviti bolesnika na EKG monitor. Također se preporučuje postaviti defibrilacijske elektrode jer će se tako smanjiti smetnje od drhtanja i lakše prepoznati ritam za defibrilaciju (Slika 1).



Slika 3. Algoritam liječenja slučajnog pothlađivanja⁴

SBP – sistolički krvni tlak (engl. *systolic blood pressure*); KPR – kardiopulmonalna reanimacija; HT I, II, III, IV – stupnjevi pothlađenosti; ECLS – izvan-tjelesno održavanje života (engl. *extracorporeal life support*); HOPE – ljestvica za predviđanje ishoda u srčanom zastoju zbog pothlađenosti (engl. *Hypothermia Outcome Prediction after ECLS*); ICE score – ljestvica za procjenu preživljavanja s dobrim neurološkim ishodom (*ICE Survival Score*)

* Procjena prediktora ishoda ne odnosi se na djecu⁴

U elektrokardiogramu (EKG) može postojati „J“ ili Osbornov val kojega karakterizira pozitivna defleksija na završetku proširenog QRS kompleksa (Slika 2). Visina Osbornova vala približno je proporcionalna stupnju pothlađenosti. Najistaknutiji je u odvodima V2-V5. Iako upućuje na pothlađivanje, nije specifičan pa ga se može zapaziti i u drugim stanjima, primjerice kod subarahnoidalnog krvarenja i ozljeda mozga. Ako je indicirana intravenska/intraosealna primjena bolusa tekućine, tekućina treba biti zagrijana na 40 – 42 °C^{2, 10} (1B). Primjena zagrijane tekućine može smanjiti sekundarno pothlađivanje i zaštititi intravenske puteve od smrzavanja, iako je izravan utjecaj na zagrijavanje zanemariv.

Bradikardija i hipotenzija ne zahtijevaju specifično liječenje osim zagrijavanja. Supraventrikulske aritmije, uključujući AF, spontano prođu sa zagr-

javanjem. Endotrahealnu intubaciju, ako je indicirana, treba odgoditi dok bolesnik nije u toplom okruženju, kada bi trebalo učiniti intubaciju u brzom slijedu (engl. *rapid sequence intubation*; RSI) jer je ona otežana zbog rigiditeta i trizmusa, a lijekovi su uglavnom nedjelotvorni². Vrijednosti izdahnutog ugljikova dioksida (EtCO₂) nisu pouzdane, stoga se preporučuje ventiliranje bolesnika prema postavkama koje uzimaju u obzir tjelesnu težinu, a ne oslanjanje isključivo na vrijednosti EtCO₂. Hiperventilacija je manje štetna od hipoventilacije. Bolesnici trebaju biti prevezeni nježno i u vodoravnom položaju kako se ne bi izazvao srčani zastoj¹⁰.

Pothlađenost bez vitalnih znakova (IV)

Vitalne znakove treba procjenjivati 60 sekundi (karotidni puls) (1C). Primjena EKG monitora,

EtCO₂ (bilo koja vrijednost ukazuje na prisutne vitalne znakove) ili ultrazvučni pregled uz bolesnika (engl. *point-of-care ultrasound, POCUS*) može otkriti organiziranu električnu srčanu aktivnost^{1, 4, 10}.

Kardiopulmonalna reanimacija (KPR)

KPR treba započeti ukoliko je prisutan VF, ventrikulska tahikardija (VT) bez pulsa ili asistolija. U slučaju da se radi o organiziranom srčanom ritmu (prisutni QRS kompleksi), nije potrebno započinjati KPR osim ako EtCO₂ ili POCUS dokažu da nema srčane akcije koja odgovara električnoj aktivnosti (1C). Preporučuje se povećati amplitudu na monitoru za otkrivanje QRS kompleksa^{2, 10} (1C).

Ako VF perzistira i nakon isporuke tri šoka pri temperaturi manjoj od 30 °C, daljnje pokušaje defibrilacije treba odgoditi dok temperatura ne bude iznad 30 °C¹⁰ (1C). Adrenalin i amiodaron ne primjenjuju se ako je temperatura manja od 30 °C. Preporučeni intervali za primjenu adrenalina dvostruki su, svakih 6-10 min dok se ne postigne temperatura od 35 °C. Kada je temperatura ≥ 35 °C, primjenjuje se standardni protokol za primjenu adrenalina (intervali 3-5 min)^{4, 10} (2C).

Kod bolesnika u srčanom zastoju zbog pothlađenosti, ne treba započinjati KPR (ili ga treba prekinuti) u slučaju jasnih znakova ireverzibilne smrti, uključujući mrtvačke pjege (lat. *livor mortis*), opasnost ili zatrpanost ispod lavine dulje od 60 min s asistolijom i potpuno začepljenim dišnim putem, u slučaju ozljeda nespojivih sa životom i ako je prsni koš previše tvrd da bi se mogla provoditi vanjska masaža srca¹¹. Ukočenost (lat. *rigor mortis*) nije siguran znak smrti kod pothlađivanja. Neposvjedočen srčani zastoj i asistolija, niska središnja temperatura, fiksirane dilatirane zjenice, hipokapnija (EtCO₂ < 10 mmHg), dob i trauma nisu kontraindikacije za provođenje KPR-a, uz istovremeno zagrijavanje pothlađenog bolesnika u srčanom zastoju¹⁰ (2C).

U slučaju dužeg prijevoza ili dužeg spašavanja zbog tehničkih razloga, potrebno je primijeniti uređaj za mehanički KPR¹⁰ (1C). Ako kontinuiran KPR nije moguć kod bolesnika s temperaturom < 28 °C, treba primijeniti naizmjenično 5 min KPR i ≤ 5 min bez KPR-a. Kod bolesnika s temperaturom < 20 °C naizmjenično se provodi 5 min KPR i ≤ 10 min bez KPR-a^{2, 4, 10} (1C).

Kada je bolesnik u srčanom zastoju zbog pothlađenosti, izbjegavanje naglih pokreta nije više potrebno. Nema dovoljno podataka o potrebi prijevoza u vodoravnom položaju iako se to čini prikladno. Brz prijevoz u nevhodravnom položaju poželjniji je nego spor transport u vodoravnom položaju. Zbrinjavanje ozljeda jednako je za pothlađenog i nepothlađenog bolesnika¹⁰ (1C).

Predaja i prijevoz bolesnika

Kriteriji za izravan prijevoz pothlađenog bolesnika u centar s mogućnostima za izvantjelesno održavanje života uključuju bolesnika sa srčanim zastojem, središnjom tjelesnom temperaturom < 30 °C (1C), sistoličkim krvnim tlakom < 90 mmHg i ventrikulskom aritmijom. Dio vozila u kojem se prevozi bolesnik trebao bi biti zagrijan na barem 24 °C¹⁰ (1C).

BOLNIČKO LIJEČENJE

Unutarbolničko liječenje ovisi o hemodinamskom stanju, stupnju pothlađenosti i raspoloživim mogućnostima.

Bolesnike stabilnog hemodinamskog stanja treba pasivno i aktivno zagrijavati (vanjsko ili unutarnje zagrijavanje). Kod bolesnika sa spontanom cirkulacijom i središnjom temperaturom 33 – 36 °C cilj je postizanje normotermije oko 37 °C.

Bolesnike s blagim stupnjem pothlađenosti (HT I) treba pasivno i aktivno zagrijavati izvana, uz oralno uzimanje toplih tekućina. Drhtanje i aktivni pokreti ubrzat će zagrijavanje. Drhtanje treba omogućiti ako nema kontraindikacija (bol zbog ozljede, rizik ozljede miokarda)¹. Zagrijavanje distalnih dijelova okrajina do laktova i koljena u vodi 42 – 45 °C može pomoći kod zagrijavanja (1C).

Kod bolesnika s umjerenim i teškim stupnjem pothlađenosti (HT II, III) potrebno je aktivno zagrijavanje, često je dostatno vanjsko. Znakovi nemogućnosti zagrijavanja jesu nepodizanje ili smanjenje središnje temperature, povišene razine laktata, smanjena razina stanja svijesti, sniženje krvnog tlaka ili nastanak ventrikulskih aritmija. Kada se primijete ovi znakovi, treba poduzeti mjere aktivnog unutarnjeg zagrijavanja, uključujući primjenu intravaskularnih katetera ili kontinuirane bubrežne nadomjesne terapije¹. Komplikacije poput krvarenja, duboke venske

tromboze i infekcija češće su nego kod mjera aktivnog vanjskog zagrijavanja¹. Bolesnici koji su dulje vrijeme bili uronjeni u vodu, mogu doživjeti diurezu uzrokovanu hidrostatskim tlakom, što rezultira gubitkom tekućine. Istovremeno, kao kompenzacijski mehanizam dolazi do centralizacije krvotoka. Nadomještanje volumena ugrijanom tekućinom treba biti polako, ako je moguće uz praćenje centralnog venskog tlaka, kako bi se izbjeglo preopterećenje. Parcijalni tlakovi kisika i ugljikova dioksida niži su kod pothlađivanja jer se topljivost plinova povećava sa smanjenjem temperature krvi. Plinove u krvi treba interpretirati prema pristupu *alpha-stat*, tj. uzorci se analiziraju kad se zagriju na 37 °C, bez obzira na temperaturu bolesnika^{1,3}. Neke studije ukazuju da kod teške pothlađenosti dolazi do povećanja gradijenta parcijalnog tlaka CO₂ – EtCO₂, što može pomoći pri potvrđivanju dijagnoze u slučaju nejasnih okolnosti. Za predviđanje ishoda kod srčanog zastoja zbog pothlađenosti koristi se ljestvica HOPE (engl. *Hypothermia Outcome Prediction after ECLS*). Izračun ove ljestvice uključuje pokazatelje kao što su dob, spol, prisutnost pothlađenosti s afiksijom ili bez asfiksije, vrijeme trajanja kardiopulmonalne reanimacije, razina kalija i temperatura. Primjenjuje se prilikom procjene hoće li bolesnik u srčanom zastoju zbog pothlađenosti imati korist od ECLS zagrijavanja^{1,12}. Smrztotine treba početi zagrijavati nakon stabilizacije cirkulacije i središnje temperature¹.

LABORATORIJSKA DIJAGNOSTIKA

Pretrage koje je potrebno odrediti kod umjerene i teške pothlađenosti uključuju određivanje^{2,3}:

- glukoze u krvi koja može biti normalna, snižena ili povišena; primjena inzulina nije učinkovita ispod 30 °C
- elektrolita (K, Ca) – nema jedinstvenog odstupanja; pothlađivanje prikriva normalne znakove EKG promjena koje upućuju na hiperkalemiju; zagrijavanje može biti udruženo s brzim i nepredvidljivim promjenama koncentracije elektrolita, stoga ih je kod umjerenog i teškog pothlađivanja potrebno ponavljati (npr. svaka četiri sata)⁹
- uree, kreatinina – mogu biti povišeni⁸
- leukocita – kod blagog pothlađivanja može doći do leukocitoze zbog demarginacije leuko-

cita („odljepljivanja“) od zida krvne žile, ali može biti prisutna i leukopenija zbog „zarobljavanja“ u slezeni

- trombocita koji mogu biti sniženi zbog „zarobljavanja“ u slezeni
- protrombinskog vremena (PT) i aktiviranog parcijalnog tromboplastinskog vremena (APTV) koji mogu biti produženi¹³; pothlađivanje inhibira aktivnost čimbenika koagulacije, što rezultira povećanom sklonosti koagulopatiji/krvarenju *in vivo* usprkos normalnim vrijednostima nalaza³

Usprkos oskudnim dokazima, smatra se da vanjsku masažu srca NE treba provoditi kod bolesnika koji na monitoru imaju organiziran srčani ritam, iako nemaju palpabilan puls i druge znakove života. Takav ritam može ukazivati na uspješnu perfuziju koju vanjska masaža srca može prekinuti. Ako električna aktivnost bez pulsa prijeđe u asistoliju, treba odmah započeti vanjsku masažu srca.

- hemoglobina (Hb) i hematokrita (Hct) – porast vrijednosti hematokrita nastaje uslijed hemokoncentracije i hiperviskoziteta krvi (2 % porasta za 1,0 °C pada temperature)^{3,14}, stoga normalna vrijednost hematokrita predstavlja patološki nalaz kod teškog pothlađivanja i može upućivati na pridruženo krvarenje ili već postojeću anemiju^{3,15}
- laktata koji su često povišeni zbog hipoperfuzije i smanjenog klirensa; uzastopno praćenje i snižavanje vrijednosti ukazuje na uspješno zagrijavanje i oživljavanje⁸
- fibrinogena koji je snižen zbog smanjene sinteze¹⁶
- jetrenih enzima koji mogu biti povišeni zbog smanjenog srčanog minutnog volumena i staničnog oštećenja
- kreatin-kinaze koja može biti povećana i ukazivati na rabdmiolizu⁸
- lipaza koje mogu biti povišene zbog upale gušterače uzrokovane pothlađivanjem
- acidobaznog statusa (ABS) (nekorogiran za temperaturu) kod ventiliranih bolesnika zbog mogućnosti nastanka metaboličke acidoze, respiracijske alkalozije ili oboje

- EKG-a – pothlađivanjem dolazi do usporavanja provodnosti impulsa kroz kalijeve kanale, što rezultira produženjem svih EKG intervala – RR, PR, QRS, i QT.
- RTG-a pluća kako bi se isključila aspiracijska pneumonija, krvožilna kongestija ili plućni edem.

Za bolesnike koji imaju rizik nastanka srčanog zastoja uređaj za ECLS treba biti u pripravnosti kako bi se postupak mogao odmah provesti. Bolesnici koji su u srčanom zastoju zbog pothlađenosti (HT IV) ili koji su hemodinamski nestabilni iziskuju uz aktivno zagrijavanje i kardiocirkulacijsku potporu koja se najbolje postiže s ECLS-om^{1, 3, 4, 12, 17}. Sporije zagrijavanje (oko 2 °C/sat) znači bolje preživljavanje s dobrim neurološkim ishodom. Više se preporučuje ECMO nego CPB (1B) jer se ECMO može održavati i u razdoblju nakon povratka spontane cirkulacije, do povlačenja akutnog respiracijskog distressnog sindroma koji je česta posljedica pothlađivanja^{1, 3, 18, 19}. Izvantjelesnu kardiopulmonalnu reanimaciju (engl. *extracorporeal cardiopulmonary resuscitation*; ECPR) ne bi trebalo primjenjivati ako je središnja temperatura > 30 °C, u prisutnosti velike traume ili u slučaju pridruženih bolesti koje ne pružaju prihvatljivu kvalitetu života ako se bolesnik oporavi^{19, 20}. Zagrijavanje bez primjene izvantjelesne potpore može se razmotriti samo kad izvantjelesna potpora nije raspoloživa i ne može biti dostupna unutar šest sati (grijane deke, vanjski ventilator koji ispuhuje topli zrak, peritonealna lavaža). Tekućine za intravensku primjenu trebaju biti zagrijane na temperaturi oko 40 °C kako bi se spriječilo daljnje pothlađivanje^{1, 2, 12}. KPR treba biti kontinuiran do postizanja ROSC-a (detaljno o KPR-u vidi ranije u tekstu). Ako je kod bolesnika u srčanom zastoju zbog pothlađenosti K > 12 mmol/l, KPR treba prekinuti^{1, 3, 4} (1B). Algoritam zbrinjavanja slučajnog pothlađivanja prikazan je na Slici 3^{2, 4, 21}.

ZAKLJUČAK

Na mjestu događaja nužno je započeti kvalitetan KPR kod bolesnika u srčanom zastoju zbog pothlađenosti bez obzira na izmjerenu tjelesnu temperaturu, smanjiti daljnji gubitak topline i započeti utopljavanje sredstvima koja su nam na raspolaganju. Bolesnika bi trebalo prevesti u bol-

ničku ustanovu koja ima mogućnost ECLS-a. Novi dokazi i dodatno kliničko iskustvo ukazuju da je liječenje slučajne pothlađenosti značajno napredovalo primjenom ECLS (ECMO) postupaka koji povećavaju preživljavanje i omogućuju povoljan konačni neurološki ishod. ECLS (ECMO) je terapija izbora kod bolesnika nestabilnog hemodinamskog stanja ili bolesnika koji su u srčanom zastoju zbog pothlađenosti. Neke preporuke (procjena pothlađenosti kod bolesnika koji drhće, transkutana elektrostimulacija, defibrilacija kod srčanog zastoja zbog pothlađenosti, dvostruki intervali primjene lijekova, ventilacija za vrijeme KPR-a) imaju slabu razinu dokaza ili su donesene konsenzusom. Potrebna su daljnja istraživanja kako bi se povećala razina dokaza za procjenu i liječenje s obzirom na to da ima nedovoljno randomiziranih kontrolnih studija koje bi istraživale i uspoređivale ishode jer je incidencija primarnog slučajnog pothlađivanja niska.

Izjava o sukobu interesa: Autori izjavljuju kako ne postoji sukob interesa.

LITERATURA

1. Paal P, Pasquier M, Darocha T, Lechner R, Kosinski S, Wallner B et al. Accidental Hypothermia: 2021 Update. *Int J Environ Res Public Health* 2022;19:501.
2. Avellanas Chavala ML, Ayala Gallardo M, Soteras Martínez Í, Subirats Bayego E. Management of accidental hypothermia: A narrative review. *Med Intensiva (Engl Ed)* 2019;43:556-68.
3. Zafren K. Accidental hypothermia in adults. In: UpToDate, Ganetsky M (ed). UpToDate [Internet]. Waltham, MA: UpToDate; 2023 [cited 2024 Feb 5]. Available from: <https://www.uptodate.com/contents/accidental-hypothermia-in-adults>.
4. Lott C, Truhlář A, Alfonso A, Barelli A, González-Salvado V, Hinkelbein J et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation* 2021;161:152-219.
5. Burns PB, Rohrich RJ, Chung KC. The levels of evidence and their role in evidence-based medicine. *Plast Reconstr Surg* 2011;128:305-10.
6. Musi ME, Sheets A, Zafren K, Brugger H, Paal P, Hölzl N 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.
7. Pasquier M, Carron PN, Rodrigues A, Dami F, Frochoux V, Sartori C et al. An evaluation of the Swiss staging model for hypothermia using hospital cases and case reports from the literature. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2019;27:60.
8. Rischall ML, Rowland-Fisher A. Evidence-Based Management Of Accidental Hypothermia In The Emergency Department. *Emerg Med Pract* 2016;18:1-18.

9. Duong H, Patel G. Hypothermia. *In: StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024. [cited 2024 Feb 5]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545239/>.
10. Dow J, Giesbrecht GG, Danzl DF, Brugger H, Sagalyn EB, Walpoth B 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;30:47-69.
11. Naiman M, Markota A, Hegazy A, Dingley J, Kulstad E. Retrospective Analysis of Esophageal Heat Transfer for Active Temperature Management in Post-cardiac Arrest, Refractory Fever, and Burn Patients. *Mil Med* 2018;183:162-8.
12. Swol J, Darocha T, Paal P, Brugger H, Podsiadło P, Kosiński S et al. Extracorporeal Life Support in Accidental Hypothermia with Cardiac Arrest-A Narrative Review. *ASAIO J* 2022;68:153-62.
13. Bjertnæs LJ, Næsheim TO, Reiherth E, Suborov EV, Kirov MY, Lebedinskii KM et al. Physiological Changes in Subjects Exposed to Accidental Hypothermia: An Update. *Front Med (Lausanne)* 2022;9:824395.
14. Rostomily KA, Jones DM, Pautz CM, Ito DW, Buono MJ. Haemoconcentration, not decreased blood temperature, increases blood viscosity during cold water immersion. *Diving Hyperb Med* 2020;50:24-7.
15. Paal P, Gordon L, Strapazzon G, Maeder MB, Putzer G, Walpoth B et al. Accidental hypothermia—an update: The content of this review is endorsed by the International Commission for Mountain Emergency Medicine (ICAR MED-COM). *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2016;24:111.
16. Wallner B, Schenk B, Paal P, Falk M, Strapazzon G, Martini WZ et al. Hypothermia Induced Impairment of Platelets: Assessment With Multiplate vs. ROTEM-An In Vitro Study. *Front Physiol* 2022;13:852182.
17. Soumagnac T, Raphalen JH, Bougouin W, Vimpere D, Ammar H, Yahiaoui S et al. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for hypothermic refractory cardiac arrests in urban areas with temperate climates. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2023;31:68.
18. Takauji S, Hayakawa M, Yamada D, Tian T, Minowa K, Inoue A et al. Outcome of extracorporeal membrane oxygenation use in severe accidental hypothermia with cardiac arrest and circulatory instability: A multicentre, prospective, observational study in Japan (ICE-CRASH study). *Resuscitation* 2023;182:109663.
19. Bjertnæs LJ, Hindberg K, Næsheim TO, Suborov EV, Reiherth E, Kirov MY et al. Rewarming From Hypothermic Cardiac Arrest Applying Extracorporeal Life Support: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Med (Lausanne)* 2021;8:641633.
20. Walpoth BH, Maeder MB, Courvoisier DS, Meyer M, Cools E, Darocha T et al. Hypothermic Cardiac Arrest – Retrospective cohort study from the International Hypothermia Registry. *Resuscitation* 2021;167:58-65.
21. Saczkowski RS, Brown DJA, Abu-Laban RB, Fradet G, Schulze CJ, Kuzak ND. Prediction and risk stratification of survival in accidental hypothermia requiring extracorporeal life support: An individual patient data meta-analysis. *Resuscitation* 2018;127:51-57.