



**TJELESNA AKTIVNOST U HLADNIM UVJETIMA OKOLINE  
I PREVENCIJA HIPOTERMIJE**

**PHYSICAL ACTIVITY IN COLD ENVIRONMENT AND ITS RELATION  
AND PREVENTION OF HYPOTHERMIA**

Dalen Legović, Gordan Gulan, Anton Tudor, Veljko Šantić, Hari Jurdana, Tomislav Prpić, Branko Šestan

Klinika za ortopediju Lovran, Sveučilište u Rijeci

**SAŽETAK**

Kontrolni mehanizmi koji nadziru temperaturu tijela, složeni su i nastoje da se unutarnja fiziološka temperatura tijela ne mijenja u većem rasponu od 0,5 °C. Ukoliko se temperatura tijela ne održi, mjereno rektalno iznad 32°C, dolazi do progresivnog usporavanja svih fizioloških procesa. Rizik od hipotermije dodatno se povećava u slučaju nedostatka znanja o mogućim tegobama i komplikacijama koje prate ovo stanje, što je u sportaša naročito izraženo, pri nedostatku komunikacije s ostalim sudionicima takmičenja ili trenerom. Nedovoljna psihološka i fizička priprema, potiskivanje znakova iscrpljenosti i neadekvatna zaštita od vremenskih nepogoda doprinose pogoršanju rezultata u hladnim uvjetima, pa i opasnošću od ozbiljnog narušavanja zdravlja. Iznosimo zato mjere prevencije hipotermije kao i postupke zagrijavanja, s osvrtom na ulogu odjeće u hladnim uvjetima.

*Ključne riječi:* regulacija tjelesne temperature, hipotermija, zimska odjeća

**SUMMARY**

Body temperature is controlled by complex thermoregulatory mechanisms which maintain core body temperature within 0,5 °C. Lowering rectal temperature below 32°C significantly decreases level of human body performance. Due to the lack of knowledge about first symptoms and usually poor communication with other competitors, athletes are prone to hypothermia and its complications. Insufficient protection from cold combined with poor physical and psychological fitness can further endanger athletes' health. This paper presents measures of prevention of hypothermia and warming-up procedures with special attention paid to clothing in cold conditions.

*Key words:* thermoregulation, hypothermia, cold - weather clothing

## UVOD

Kada tijelo gubi više topline nego što je proizvodi nastaje hipotermija. To je termoregulacijski poremećaj kada unutarnja tjelesna temperatura, mjerena rektalno iznosi manje od 35°C. Tijekom hipotermije, impulsi iz perifernih termoreceptora završavaju u termoregulacijskom centru u hipotalamusu i unutar nekoliko sekundi dolazi do periferne vazokonstrukcije (u koži i potkožnom tkivu). Ovim mehanizmom krv se usmjeruje s periferije u unutrašnjost i predstavlja obranu od ohlađivanja tijela<sup>3,18</sup>. „Debljina“ zaštitna sloja kože nije svugdje ista i efektivna, primjerice na glavi-skalpu, pa je s tih površina gubitak topline velik.

Ukoliko ovaj mehanizam preraspodjele cirkulacije nije dovoljan, aktivira se i endokrini mehanizam regulacije. Pojačanim lučenjem kateholamina, ACTH, kortikosteroida, tirozina, inzulina, ubrzavaju se metabolički procesi u svim stanicama tijela, što dovodi do povećane produkcije topline. Metabolički procesi naročito su aktivni u mišićima i tada je njihov tonus povišen. Kada se temperatura tijela snizi, rektalno mjereno na vrijednosti od 35 do 32°C, dolazi do drhtanja i tako se oslobađa veće količine topline<sup>2</sup>. U mirovanju metaboličkim procesima oslobađa se 70 do 100 kcal energije, a za vrijeme drhtanja oslobađa se do 500 kcal. Drhtanje kao odgovor na hladnoću brzo smanjuje zalihe glikogena i glukoze, što dovodi do slabljenja mišićne koordinacije i narušava sportsku aktivnost. Kateholamini ubrzavaju srčanu akciju, povisuju krvni tlak, povećan je i minutni volumen a disanje je ubrzano. U toj fazi potrebno je spriječiti daljnji gubitak topline i spontano će se povratiti normalna tjelesna temperatura.

Ozljede od hladnoće najčešće su u aktivnostima koje uključuju boravak u vodi (plivanje, ronjenje, jedrenje, triatlon), zatim aktivnosti u alpskim uvjetima, te pri natjecanjima koje u hladnim uvjetima dugo traju (voda ima znatno veći termalni kapacitet u odnosu na zrak i zato je njezin koeficijent provođenja topline i do 70 puta veći)<sup>6</sup>.

## KLINIČKI ZNAKOVI HIPOTERMIJE

Hipotermijom definiramo stanje organizma kada temperatura tijela iznosi 35°C. Ovisno o daljnjem sniženju temperature, hipotermija može biti prisutna u blagom, srednje teškom i teškom obliku<sup>16</sup>. Ukoliko se temperatura tijela ne održi, mjereno rektalno iznad 32°C, dolazi do progresivnog usporavanja svih fizioloških procesa. Za svaki °C, smanjuje se potrošnja (primitak) kisika za 7%. Dolazi do smanjenja bazalnog metabolizma, usporenja srčane akcije i disanja, slabljenja refleksa, prestanka drhtanja, ukočenosti mišića, proširenja zjenica, apatije, umora i želje za snom. Pad tjelesne temperature ispod 30°C manifestira se semikomatoznim stanjem i prelazi u duboku komu. Klinički znakovi hipotermije su:

### *Blaga hipotermija (35-36°C)*

- hladni ekstremiteti
- drhtanje
- tahikardija
- tahipneja
- blago smanjenje koordinacije

### *Srednje teška hipotermija (32-34°C)*

- jači gubitak koordinacije i nespretnost
- umor
- smanjeno drhtanje
- slabost i pospanost
- usporen govor i amnezija
- apatija i loše prosuđivanje
- dehidracija

### *Teška hipotermija (manje od 32°C)*

- potpuna odsutnost drhtanja
- neadekvatno ponašanje
- pomućena svijest
- mišićni rigor
- hipotenzija i bradikardija
- plućni edem
- srčana aritmija

Kad tjelesna temperatura padne na vrijednosti ispod 32°C nastupa prelazak prema dubokoj komi, a i ispod 26°C nastupa potpuni slom termoregulacijskog sustava i bolesnik poprima temperaturu okoline.

### *Prevencija hipotermije i postupak s pothlađenim sportašima*

- prepoznati hipotermiju
- uklanjanje od hladnih, vjetrovitih i mokrih mjesta
- nježno, minimalno pomicanje bolesnika
- mjerenje unutarnje temperature
- izolacija i sprečavanje daljnjeg gubitka tekućine
- osiguravanje hrane i unos tekućine
- procjena postojanja drugih oštećenja (smrzotine)
- mogućnost pasivnog i aktivnog zagrijavanja
- mogućnost transporta u medicinsku ustanovu

Smrt zbog hipotermije nije posljedica direktnog djelovanja niskih temperatura na živo tkivo već posljedica kardiovaskularnih i respiratornih poremećaja. Žrtva hipotermije može podnijeti hipoksiju znatno duže od normotermične osobe. Pri sniženoj tjelesnoj temperaturi povećava se volumen fizikalno otopljenog kisika u plazmi. Za sniženje od 5°C, volumen otopljenog kisika u plazmi, povećava se za 10%. Iz tog razloga trebaju se uporno poduzimati mjere reanimacije<sup>13</sup>.

Bolesnik može izgledati mrtav uz ekstremno smanjenu srčanu akciju i malu frekvenciju disanja. Pravilo tijekom reanimacije: „Hipotermični bolesnik nije mrtav, dok nije topao i mrtav“. Oživljavanje zato može potrajati i satima prije nego što se stvarno potvrdi smrt.

U teškim uvjetima hipotermije je važno što prije osigurati praćenje vitalnih funkcija na monitoru (asistolija ili ventrikularna fibrilacija glavni su uzroci smrti u hipotermiji). Na 30°C srce postaje jako iritabilno pa i mehanički podražaji mogu prouzročiti fibrilaciju ventrikula (nazogastrični kateteri, lavaža želuca). Postojanje vitalnih funkcija u takvim uvjetima, pa makar i minimalno, kontraindikacija su za provođenje mjera reanimacije. Uspješnu defibrilaciju možemo adekvatno postići, jedino ako podignemo rektalnu temperaturu na 32°C<sup>24</sup>.

## UGRIJAVANJE BOLESNIKA

U prehospitalnim uvjetima treba izvršiti prevenciju daljnjeg gubitka topline i postepeno povećavati unutarnju temperaturu tijela. Naglo zagrijavanje (ekstremiteta) može izazvati opasne neželjene posljedice:

- ventrikularna fibrilacija kao posljedica naglog pada unutarnje temperature zbog dolaska hladne periferne krvi u unutarnje organe.
- šok zbog periferne vazodilatacije s posljedičnom centralnom hipovolemijom
- acidoza zbog dovođenja kiselih produkata metabolizma iz perifernih tkiva.

### *Pasivno zagrijavanje*

- Postižemo adekvatnom izolacijom tako da toplina nastala metabolizmom ugrije tijelo
- iznutra. Potrebno je skinuti svu mokru odjeću te pokriti cijelo tijelo deka, uključujući i glavu.
- Ukoliko se ne može ukloniti vlažna odjeća, bolesnika trebamo smjestiti u plastičnu vreću od vrata nadalje i tako spriječiti gubitak topline isparavanjem. Plastičnim vrećicama možemo umotati najprije suhe dijelove i spriječiti vlaženje tih dijelova tijela. (grupa obučanih ljudi, u krajnjem slučaju, može okružiti i tako zaštititi bolesnika).
- Kod svih stupnjeva hipotermije može se primjeniti Hiblerov toplinski omotač (kombinacija aktivnog i pasivnog zagrijavanja).

*Postupak:* Moramo imati na raspolaganju deku koja je nešto veća od visine bolesnika. Na deku se postavi aluminijska folija na koju bolesnik legne. Deka se preklopi više puta i umoči u vruću vodu do 80 °C. Može se namočena plahta postaviti preko košulje na prsni koš i trbuh i omotati folijom. Ruke bolesnika nalaze se izvan aluminijske folije. Slijedi umatanje cijelog tijela u deku. Ovim postupkom omogućava se ugrijavanje unutrašnjosti tijela za približno 2,5°C na sat (1 l tekućine ugrijane na 40 °C u infuziji podiže unutarnju temperaturu za 0,4 °C/h, a isto toliko postiže se udisanjem ugrijana zraka na 43°C, 0,25 l pića ugrijanog na 60°C podiže unutarnju temperaturu za 0,3°C/h)<sup>23</sup>. Uz opreznu primjenu i pod stalnim nadzorom možemo primjeniti i druge izvore topline kao što su deke s vlastitim električnim grijačima i termofori.

### *Aktivno (vanjsko) zagrijavanje*

Koristimo samo u slučajevima blage hipotermije. Poduzete mjere su topla postelja, ugrijana tkanina u koje se tijelo umata, deke s cirkulirajućom toplom vodom, topli oblozi na torzo, topla kupelj. Topla kupelj od 40°C izbor je u stanju blage hipotermije.

Grijanje uz vatru je opasno zbog opasnosti od opekotina. Kontakt tijelo uz tijelo treba izbjegavati, jer dovodi samo do lokalnog površnog zagrijavanja što zbog dilatacije krvnih žila na periferiji izaziva centralnu hipovolemiju.

### *Aktivno(unutarnje) zagrijavanje*

Primjenjuje se u bolnicama u slučajevima prijeteće ili nastale ventrikularne fibrilacije

(ekstrakorporalno zagrijavanje krvi, hemodijaliza, peritonealna dijaliza toplom fiziološkom otopinom). Manje agresivne metode jesu lavaža želuca, irigacija kolona toplom vodom, topla i.v. infuzija, zagrijavanje dišnih puteva. Lijekovi koji se primjenjuju u fazi izražene hipotermije ostaju bez efekta. Njihova primjena može doći u obzir kada je već započeo proces ugrijavanja. Način njihove primjene je isključivo intravenski. Potrebno je oprezno davanje jer zbog smanjenog metabolizma tijekom hipotermije mogućnost kumuliranja u jetri je povećana i kod zagrijavanja tijela može doći do intoksikacije. Potrebno je održati i.v. put, jer je hipotermički bolesnik dehidriran.

Dajemo infuziju 5% glukoze ili infuziju mikromolekularnog plazmaekspandera, postepeno i oprezno, a infuzija je ugrijana na normalnoj tjelesnoj temperaturi. (u infuziju se ne daju adrenalin i bikarbonati, a profilaktično davanje antibiotika nije indicirano).

Asistirano dodavanje kisika nije se pokazalo značajnim<sup>23</sup>.

Prijevoz hipotermičnog bolesnika mora se odvijati bez naglih trzaja, ubrzanja i kočenja. Temperatura u vozilu treba biti od 18 do 24°C (na duže relacije daje se prednost transportu helikopterom). Ako je bolesnik pri svijesti i pokretan, mora maksimalno reducirati kretanje.

## IMERZIONA HIPOTERMIJA

Predstavlja hipotermiju izazvanu izloženosti hladnoj vodi (utapljanje) i ne predstavlja zasebni entitet ali zahtijeva specifičan reanimacijski postupak. Stupanj ohlađivanja ovisit će o temperaturi vode, vremenu provedenja u vodenom mediju, godinama života unesrećenog, općem zdravstvenom stanju, debljini potkožnog tkiva, količini i vrsti odjeće te ponašanju u vodi<sup>20</sup>.

Imerziona hipotermija i smrt mogu se javiti već i pri temperaturi vode od 21°C. Pri temperaturi vode od 0°C, dolazi do malaksalosti i gubitka svijesti za 15–tak minuta, a smrt nastupa od 15 do 30 minute u navedenim uvjetima. Kada je tem. vode 10 °C malaksalost i gubitak svijesti nastupa za 30 min., a smrt od 1 do 2 h. Nagli ulazak u hladnu vodu dovodi do smetnje disanja, pojave umora i panike, a može zbog fibrilacije ventrikula nastupiti i trenutačna smrt. Od nagle izloženosti tijela hladnoj vodi, organizam se brani s dva osnovna zaštitna mehanizam. Prvi je redistribucija krvi („ronilački refleks“), a drugi, smanjena potrošnja kisika zbog reduciranih metaboličkih procesa. Zato se i produžava vrijeme do odvijanja ireverzibilnih procesa u mozgu. Iz tih razloga mora se biti naročito uporan pri reanimacijskim postupcima, posebice kod djece<sup>17</sup>.

Greška je skidati odjeću prije ulaska u hladnu vodu, bez obzira na otežano plivanje. Kada voda istisne zrak iz odjeće smanjuje se izolacijska sposobnost odjeće, ali vunena odjeća i neka sintetska odjeća izoliraju i kada su mokri<sup>11</sup>. Gola i mršava osoba može plivanjem izdržati u hladnoj vodi do 20min. Podjeljenja su mišljena da li glava treba biti stalno izvan vode ili samo povremeno da se izbjegne djelovanje vjetra. Intenzivno plivanje ubrza

krvotok, što dovodi do vazodilatacije i povećava gubitak topline. Pretile osobe (masno tkivo kao izolator) uz dobru izolirajuću vunenu odjeću plivale su 9 do 14 sati u vodi pri 1°C<sup>10,12,13</sup>.

Što se tiče razlike u spolovima, ukupni gubitak topline veći je u žena zbog veće izložene površine u odnosu na ukupnu manju tjelesnu masu i nježniju muskulaturu. Tijekom imerzije gubitak topline između muškarac i žena je podjednak, jer muškarci ranije započinju s drhtanjem koje je i intenzivnije zbog snažnije muskulature<sup>9,19</sup>. Sportaše koji su iscjeljeni, a rektalna temperatura iznosi 32°C i manje, tretiramo kao bolesnike s teškom hipotermijom. Ako je rektalna temperatura veća od 32°C, a sportaš je bio u vodi manje od 3 sata treba početi s brzim zagrijavanjem. Oprez, jer kod bolesnika kojeg smo termoizolirali znoj može smanjiti izolirajući efek materijala<sup>22</sup>.

## SMRZOTINE

Predstavljaju ograničenu ozljedu tijela hladnoćom, a nastaju većinom kada je temperatura okoline ispod 0°C. Lokalne ozljede hladnoćom, ograničene nekroze živog tkiva, posljedice su direktnog djelovanja niskih temperatura. Najčešće su zahvaćeni nos, uške i prsti<sup>4</sup>.

U dodiru s hladnoćom refleksno se vazokonstrikcijom prekida kapilarni krvotok, da bi se spriječilo odavanje topline. Ukoliko je izloženost hladnoći veća od 2 sata dolazi do hipoksičnog oštećenja arteriola i kapilarne mreže. U intracelularnoj i ekstracelularnoj tekućini stvaraju se ledeni kristalići koji oštećuju stanicu. To uvjetuje popuštanje vaskularnog epitela, nastaje edem, pojačava se venska staza uz poremećaj elektrolita i acidobazne ravnoteže koja

dodatno oštećuje stanice do njihovog odumiranja.

Bolesnik se tuži na žareću bol s obamrlošću. Na koži uočavamo najprije njenu bljedoću, kasnije eritem i cijanozu. Nagli prestanak osjećaja hladnoće znak je početka procesa smrzavanja. Brzi prelazak u ireverzibilna oštećenja ovisi o općem stanju cirkulacije, stupnju vlažnosti i vjetru. U prisutnosti vjetra, sloj zraka uz kožu neprestano se nadomješta novim zrakom, mnogo brže nego inače pa se i gubitak topline vođenjem (kondukcijom) povećava. Vjetar brzine 6 km/h rashlađuje 2x jače od vjetra brzine 1,5 km/h. Ukoliko brzina vjetra premašuje 10 km/h, neće se proporcionalno povećati rashlađivanje. Kada vjetar snizi temperaturu kože do temperature samog zraka, izdavanje topline neće se povećati bez obzira

na daljnje povećavanje brzine vjetra. Gubitak topline ovisit će tada o brzini kojom unutarnja toplina pristiže do kože<sup>8</sup>. Ipak, rizik za nastajanje lokalne smrztine kože u ovisnosti je s brzinom vjetra i temperaturom zraka<sup>5</sup> (Tablica 1).

Razlikujemo više podjela s obzirom na zahvaćenu dubinu oštećenog tkiva i razlikujemo više stupnjeva oštećenja. Kod površnih smrztina (koža i potkožje), dolazi do pojave mjehura ispunjenih bistrom tekućinom nakon više sati (do 2 dana). Duboke smrztine zahvaćaju cijelu debljinu kože, mišiće, tetive i kosti, a na površini su mjehuri ispunjeni hemoragičnim sadržajem. Neliječena smrztina završava uglavnom infekcijom i gangrenom.

### Tretman pri smrzavanju

- Ozljeđenog treba prenijeti u toplu prostoriju, skinuti vlažnu odjeću, oprezno osušiti i skinuti sve što steže (čizme, rukavice).

Tablica 1. Procjena rizika od smrztina u uvjetima okoline

Table 1. Risk of frostbite in relation to environment condition

	Temperatura °C											
		5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45
Brzina vjetra -km/h	5	4	-2	-7	-13	-19	-24	-30	-36	-41	-47	-53
	10	3	-3	-9	-15	-21	-27	-33	-39	-45	-51	-57
	15	2	-4	-11	-17	-23	-29	-35	-41	-48	-54	-60
	20	1	-5	-12	-18	-24	-30	-37	-43	-49	-56	-62
	25	1	-6	-12	-19	-25	-32	-38	-44	-51	-57	-64
	30	0	-6	-13	-20	-26	-33	-39	-46	-52	-59	-65
	35	0	-7	-14	-20	-27	-33	-40	-47	-53	-60	-66
	40	-1	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-48	-54	-61	-68
	45	-1	-8	-15	-21	-28	-35	-42	-48	-55	-62	-69
	50	-1	-8	-15	-22	-29	-35	-42	-49	-56	-63	-69
55	-2	-8	-15	-22	-29	-36	-43	-50	-57	-63	-70	

-nizak rizik za smrztine u većine ljudi
-povećan rizik za smrztine kod većine ljudi tijekom izloženosti od 10-30 min
-visok rizik za većinu ljudi tijekom 5-10 min
-visok rizik za većinu ljudi tijekom 2-5 min
-visok rizik za smrztine kod većine ljudi tijekom izloženosti ispod 2 min

- Trljanje rukama i snijegom smrznutog dijela tijela je kontraindicirano, jer oštećujemo epidermis.
- Mjehure nesmiemo otvarati, već ih pokrivamo sterilnom gazom. Prste na rukama držimo odvojenim i između njih umećemo suhu mekanu hidrofilnu gazu. Kako oštri kristali u stanicama mogu oštetiti tkivo, smrznute dijelove tijela nesmiemo pomicati<sup>15</sup>.

Obavezno je rektalno izmjeriti temperaturu tijela svakom bolesniku sa smrztinama. Prevladava stav da nesmiemo naglo ugrijati smrznute dijelove tijela potapljenjem u toplu vodu ili prekrivanjem termoforima. Razlozi za to jesu, ako je smrztina povezana s općim ohlađivanjem tijela, da tada može doći do mobilizacije hladne periferne krvi i do ohlađivanja unutarnjih organa i ventrikularne fibrilacije. Ako je smrztina izolirana, naglo povećanje temperature povećava i potrebu ugrijanog tkiva za kisikom, pa se mogu lokalni acidobazni i elektrolitni uvjeti još dodatno pogoršati. Potrebno je prije lokalnog tretiranja smrztine provesti zagrijavanje unutrašnjosti tijela, pomoću Hiblerovog omota, jer tako dolazi do otvaranja kolateralala.

Slijedi zagrijavanje smrznutih dijelova tijela. Početno se izvodi potapljanje zahvaćenih dijelova tijela u vodu s temperaturom 10-15°C. Temperatura se povećava svakih 5 min za 5°C do maksimalno 40°C. Danas se upotrebljavaju vrtložne kupke s anestetikom.

U tretmanu zagrijavanja smrztina koristimo i medikamentoznu terapiju. U terapiju se uvode analgetici. Kod odgođenog transporta dodaju se i antibiotici i antitetanus terapija.

Smrznuti ekstremiteti trebaju se imobilizirati tako da je fiksacija labavo postavljena. Prethodno ekstremitete omotamo vunenom tkaninom koje ne stežemo zavojem niti navlačimo tijesne čarape i rukavice. Položaj je ležeći, a ekstremiteti moraju biti elevirani.

Čišćenje rane (debrideman) odgađamo za nekoliko dana ili tjedana kada nastaje demarkacija.

U sportaša, ukoliko se radi o površnom lokalnom ohlađivanju, te dijelove grijemo vlastitom toplinom tijela ili ruku (ruke i prste postavljamo u pazušni predio, nosimo rukavice, tople i suhe čarape). Prilikom intenzivnog napora sportaš osigurava dovoljnu količinu tjelesne topline (u većini slučajeva) koja održava sportaša

ugrijanim. Hipotermija obično nastaje pri nesreći ili ozljedi, iscrpljenosti, dehidraciji, utapljanju, usporenoj aktivnosti (hodanju zbog predaha). Na nju treba biti pripravan kod specifičnih sportskih disciplina; kod iscrpljujućeg trčanja, skijanja, biciklizma, planinarenja, brzog hodanja, u jedriličarstvu, kod hokejaša, ronioaca, i u speleologiji. (Tablica 2).

Dodatno se povećava rizik od hipotermije u slučaju nepoznavanja mogućih tegoba i komplikacija koje prate ovo stanje, pri nedostatku komunikacije s ostalim sudionicima takmičenja ili trenerom, potiskivanje znakova iscrpljenosti, loše psihološke i fiziološke pripreme i neadekvatne zaštite od vremenskih nepogoda.

#### Prevenција hipotermije pri pojačanoj tjelesnoj aktivnosti:

- adekvatno planiranje, raspravljati o planu s drugima
- izbjegavati aktivnosti nesrazmjerno sa stupnjem kondicije
- izbjegavati aktivnosti koje iscrpljuju
- izbjegavati dehidraciju (osigurati adekvatnu prehranu)
- nositi primjerenu odjeću
- prekinuti aktivnost i naći sklonište ako je neophodno

#### ULOGA ODJEĆE U HLADNIM UVJETIMA

Primarno je njena uloga da zaustavlja zrak u blizini kože i u naborima tkanine te povećava debljinu „privatne zone“. Izdavanje topline kondukcijom se zato smanjuje.

Obično odijelo smanjuje izdavanje topline na polovicu u odnosu na golo tijelo. Artički tip odjeće smanjuje izdavanje topline na 1/6 količine što ga izdaje golo tijelo. Tanki soj zlata na unutrašnjoj površini odjeće reflektira toplinu koja zrači iz kože natrag na kožu. Ovom izvedbom se i težine artičke odjeće smanjuje na polovicu<sup>8</sup>.

Kada odjeća postane vlažna gubi sposobnost sprječavanja izdavanja topline. Zato je važno odjeću održati suhom, jer znojna je odjeća slab izolator.

Preporuča se nositi više slojeva tanje robe. Na taj način sportaš može uklanjati slojeve kada se zagrije vježbanjem i tako smanjiti znojenje, a obrnuto ako se temperatura i započeta aktivnost smanjuju<sup>1,7</sup>.

Razlikujemo bazični sloj odjeće, središnji i vanjski sloj;

Bazični sloj (intimni sloj) je onaj koji prijanja uz kožu i održava je suhom i toplom. Obično ga čine materijali kao što su polypropilen, polyester, Thermax<sup>®</sup>,

Tablica 2. Čimbenici koji pridonose hipotermiji  
Table 2. Predisposing factors for hypothermia

Smanjenje produkcije topline	Povećano odavanje topline	Poremećaj termoregulacije
- smanjena aktivnost	- izloženost hladnoj vodi	- ozljede periferije
- umor	- kiša	- neuropatije
- nedostatak sna	- mokra odjeća	- ozljede CNS-a
- hipopituitarizam	- vjetar	- moždani udar
- hipotireoidizam	- opekotine	- multipla skleroza
- hipoglikemija	- psorijaza	- subarahnoidalno krv.
- D. mellitus	- otvorene rane	- droga i alkohol
	- hladne infuzije	

Coolmax<sup>®</sup>, Polartec<sup>®</sup> i vuna. Materijali moraju biti elastični, kroj udoban ali pripijen uz tijelo, a veličina dovoljna da prilikom kretanja ne ostavlja neželjene dijelove tijela otkrivene. Tjelesna aktivnost i vanjska temperatura određivat će i težinu bazična sloja (lagani, srednje teški i teški).

Središnji sloj odjeće ostvaruje izolaciju (puloveri, majice, hlače). Komotan je i labavo postavljen, ali ne gubi kontakt s bazičnim slojem. Uloga mu je da prenosi vlagu iz bazična sloja prema vanjskom sloju. Najčešće je izgrađen od poliestera i vune, a izbjegavaju se sintetički materijali. Bolje je odlučiti se za dva tanja sloja nego jedan deblji, jer tako imamo bolju mogućnost kontrole temperature, skidanjem pojedinog sloja, a ujedno, zrak koji se nalazi među slojevima predstavlja idealni izolator. Izolirajući materijali jesu vuna i mješavina vune i polipropilena (pamučne tkanine treba izbjegavati). U hladnijem razdoblju preporučaju se materijali Polartec<sup>®</sup>, a Coolmax<sup>®</sup> po ljeti.

Vanjski sloj (jakne) onemogućava prodor vjetra i hladnoće i omogućuje izdavanje vlage, a na zadnjem mjestu je da štiti od hladnoće. Tipični materijali koji izgrađuju ovaj sloj jesu Gore-Tex<sup>®</sup> i Windstopper<sup>®</sup>, te njema slični materijali<sup>14</sup>. Windstopper<sup>®</sup> je tanji i lakši materijal koji štiti od vjetra, ali od kiše samo kratkotrajno. Jakna mora imati uzicu za vezivanje na donjem rubu i tako što više onemogućiti gubitak toplog zraka i mora dosezati ispod stražnjice. Ovratnik mora biti podešen tako da ga se može pritegnuti oko vrata, bez obzira da li imamo ili nemamo kapuljaču. Najveći broj toplih jakni posjeduje kapuljaču koja štiti glavu mnogo bolje od šešira i kapa. Bolje kapuljače imaju vezice oko otvora za lice, a ne oko vrata.

U hladnim uvjetima lice, glava i ruke trebaju biti pokriveni, a pri trčanju potrebno je nositi 2 para čarapa (unutarnje od polipropilena, a vanjske od vune). Ne preporuča se nošenje pamučnih čarapa. Pamučne čarape su za održavanje svježine ljeti. Njihova izolaciona svojstva znatno su lošija od bilo kojih čarapa od sintetike.

Posebno izrađene rukavice u zimskim klimatskim uvjetima posjeduju ugrađenu membranu koja osigurava vodonepropusnost, te istovremeno paropropusnost (rukavice su nepromočive, a „dišu“). Membranski sustav osigurava i zaštitu od prodora krvnih stanica iz zagađenog okoliša. Gornji sloj rukavice je od membranskog Sympatex<sup>®</sup> materijala. Ne preporuča se dahom zagrijavati rukavice, jer je taj učinak kratkotrajan, a istovremeno unosimo paru i tako vlažimo unutrašnjost, što doprinosi daljnjem pothlađivanju.

Potkape i marame izuzetno su korisni dodaci koji se nose ispod kaciga u biciklizmu i skijanju, radi čuvanja sinusa od hladnoće i upijanja znoja, a maske za lice štite nas od direktnog udisanja hladnog zraka pri niskim temperaturama. Podkape se izrađuju od Under Armour ColdGear<sup>®</sup> tkanine koja ima svojstvo brzog transporta vlage na površinu, uz anti-mikrobnu i UV zaštitu, kontrolu neugodnih mirisa, te visokog nivoa rastezljivosti i vraćanje u prvobitno stanje. Dobro se prilagođava obliku glave i zato je pogodna za nošenje i ispod kacige.

Slojevito nošenje odjeće imamo i na primjeru američke kopnene vojske koja prelazi na novu, treću,

generaciju zimskih odora Extended Cold Weather Clothing System (ECWCS). Navedeni sistem predstavlja najnovije visokotehnološke materijale kako bi vojnike održao toplim i suhim tijekom najgorih vremenskih uvjeta. Sastoji se od donjeg rublja u dvije izvedbe, srednjoj i težoj od Powerdry<sup>®</sup> materijala, jakne od Thermal Pro<sup>®</sup> materijala, vjetrovke, hlača, nepromočive jakne i hlača od GoreTex<sup>®</sup> materijala te jakne i hlača od Primaloft<sup>®</sup> materijala za ekstremne hladnoće. Odjeću je moguće nositi u raznim kombinacijama, ovisno o vremenskim uvjetima i predviđenim zadacima. Ta je generacija zimskih odora ustvari primjena najboljih postojećih tehnologija komercijalno dostupnih koje se rabe za vrhunsku odjeću za planinarenje i slične sportove.

Posebnu pažnju treba posvetiti zonama s piercingom. To su područja periferije, obično uška i nos, obrve, usnice, a u tim dijelovi tijela pri dužem izlaganju hladnoći najprije se reducira cirkulacije. Hladno metalno tijelo još više doprinosi pothlađivanju tkiva na mjestu kontakta. Ukoliko ćemo biti izloženi ekstremno niskim temperaturama, najbolja je prevencija ukloniti piercing. Ako ih zadržimo, moramo se pobrinuti da ta mjesta pokrijemo, utoplamo i da do njih ne prodire tekućina.

Po preporukama American College of Sports Medicine pri vježbanju u hladnim uvjetima treba koristiti kape, jer nepokriveni djelovi glave i vrata mogu biti zaslužni za gubitak do 50 % tjelesne topline. Treba posvetiti pažnju da ne udišemo direktno hladni zrak, već to činimo preko zaštitne maske ili adaptirana šala. Posebno treba posvetiti pažnju da se noge održe suhima. I u hladnim uvjetima potrebno je održavati adekvatnu hidraciju organizma. Strogo izbjegavati alkoholna pića. Alkohol dilatira krvne žile i tako pridonosi odavanju topline, a pod njegovim utjecajem ne možemo donositi trezvene odluke u trenucima hipotermije<sup>21</sup>.

## ZAKLJUČAK

Kakva će biti temperatura tijela ovisi o mišićnom radu te o krajnjoj temperaturi okoline.

Ljudi su zato prisiljeni da se prilagođavaju različitim rasponima temperature okoline bilo one dnevne ili ovisne o godišnjem dobu. Važan mehanizam kontrole temperature ostvaruje se putem prikladnog ponašanja. Čovjek nastoji izvršiti odgovarajuće promjene u svojoj okolini i tako uspostaviti udobne uvjete te izbjeći osjećaj neugodne hladnoće. Mora izvršiti izbor adekvatne odjeće, pojačavati dotok izvora topline.

U sportaša je izražen rizik od hipotermije, a naročito u slučaju nedostatka znanja o mogućim tegobama i komplikacijama koje prate ovo stanje, te pri nedostatku komunikacije s ostalim sudionicima takmičenja ili trenerom. Nedovoljna psihološka i fizička priprema, potiskivanje znakova iscrpljenosti i neadekvatna zaštita od vremenskih nepogoda doprinose još više lošim rezultatima u hladnim uvjetima, pa i opasnošću od ozbiljnog narušavanja zdravlja. Trener i natjecatelj moraju provoditi neophodne preventivne mjere, poduzeti adekvatne mjere zaštite, testirati različite vrste odjeće i način njihova nošenja ovisno o intenzitetu naprezanja i tako što više smanjiti mogućnost razvoja hipotermije.

## Literatura

1. Belding H. Protection against dry cold. In: Newburgh L, Physiology of Heat Regulation and the Science of Clothing. Philadelphia: Saunders, 1949; 351-66.
2. Bell D, Tikuisis P, Jacobs I. Relative intensity of muscular contraction during shivering. *J Appl Physiol* 1992;72:2336-42.
3. Brajković D, Ducharme B. Finger dexterity, skin temperature, and blood flow during auxiliary heating in the cold. *J Appl Physiol* 2003;95:758-70.
4. DeGroot D, Castellani J, Williams J, Amoroso P. Epidemiology of U. S. Army cold weather injuries, 1980-1999. *Aviat Space Environ Med* 2003;74:564-70.
5. Ducharme M, Brajković D. Guideline on the risk and time to frostbite during exposure to cold wind. In: Proceedings of the RTO NATO Factors and Medicine Panel Specialist Meeting on Prevention of Cold Injuries. Amsterdam: NATO, 2005; 21-9.
6. Gagge P, Gonzalez R. Mechanisms of heat exchange: biophysics and physiology. In: Fregly J, Blatteis M, Handbook of Physiology: Environmental Physiology. Bethesda, MD: American Physiological Society, 1996; 45-84.
7. Gonzalez R. Biophysical and physiological integration of proper clothing for exercise. *Exerc Sport Sci Rev* 1987;15:261-95.
8. Guyton MD. Medicinska fiziologija U: Temperatura tijela, regulacija temperature i vrućica. Beograd-Zagreb: Medicinska knjiga, 1978; 965-978.
9. Graham T, Viswanathan M, Dijk J, Bonen A, George J. Thermal and metabolic responses to cold by men and by eumenorrheic and amenorrheic women. *J Appl Physiol* 1989;67:282-90.
10. Hayward M, Keatinge W. Roles of subcutaneous fat and thermoregulatory reflexes in determining ability to stabilize body temperature in water. *J Physiol* 1981;320:229-51.
11. Kaufman W, Bothe D. Wind chill reconsidered, Siple revisited. *Aviat Space Environ Med* 1986;57:23-6.
12. McArdle W, Magel R, Gergley T, Spina R, Toner M. Thermal adjustment to cold-water exposure in resting men and women. *J Appl Physiol* 1984; 56: 1565-71.
13. Martin TG. Near drowning and cold water immersion. *Ann Emerg Med* 1984;13: 254-63.
14. Marx J, Hockberger R, Walls R. Rosen's Emergency Medicine: Concepts and Clinical Practice 5th ed. St. Louis. London: Mosby, 2002; 1979-1996.
15. Petrone P. Surgical management and strategies in the treatment of hypothermia and cold injury. *Emerg Med Clin North Am* 2003;21:1165-78.
16. Pozos R, Danzl F. Human physiological responses to cold stress and hypothermia. In: Pandolf B, Burr E, Textbooks of Military Medicine: Medical Aspects of Harsh Environments, Volumen 1. Falls Church, VA: Office of the Surgeon General, U. S. Army, 2002; 351-82.
17. Sloan R, Keatinge W. Cooling rates of young people swimming in cold water. *J Appl Physiol* 1973;35:371-75.
18. Stocks J, Taylor A, Tipton J, Greenleaf E. Human physiological response to cold exposure. *Aviat Space Environ Med* 2004;75:444-57.
19. Tikuisis P, Jacobs I, Moroz D, Vallerand A, Martineau L. Comparison of thermoregulatory responses between men and women immersed in cold water. *J Appl Physiol* 2000;89:1403-11.
20. Toner M, McArdle D. Human thermoregulatory responses to acute cold stress with special reference to water immersion. In: Fregly J, Blatteis M, Handbook of Physiology: Environmental Physiology. Bethesda, MD: American Physiological Society, 1996; 379-418.
21. Ulrich AS. Hypothermia and localized cold injuries. *Emerg Med Clin North Am* 2004; 22: 281-98.
22. Vallerand A. Exercise in the cold. In: Torg J, Shepard R, Current therapy in sports medicine. St. Louis: Mosby; 1995; 234-43.
23. Vnuk V. Urgentna medicina- prehospitalni postupak. U: Akcidentalna stanja. Zagreb: Alfa, 1990: 217-222.
24. Zell SC, Kurtz KJ. Severe exposure hypothermia: a resuscitation protocol. *Ann Emerg Med* 1985; 14: 339-345.