

M. Stipčević, K. Zahariev, T. Lelas, D. Krišto*

RADNICI U OTVORENOM OKOLIŠU U UVJETIMA POVIŠENE TEMPERATURE - MEDICINSKI ASPEKT

UDK 613.646

PRIMLJENO: 1.4.2010.

PRIHVAĆENO: 31.1.2011.

SAŽETAK: U ovom je radu prikazan, s medicinskog gledišta, utjecaj povišene temperature prilikom fizičkog rada u otvorenom okolišu na ljudski organizam, te su preporučene smjernice koje bi trebale pomoći u zaštiti zdravlja ove skupine radnika.

Prilikom samog fizičkog rada organizam proizvodi znatne količine topline. Zbog opterećenja vanjskom toplinom obrambeni mehanizmi organizma postaju dodatno opterećeni. Učinak aktivacije brojnih obrambenih mehanizama može se pojednostavljeno sažeti na čuvanje tekućine u organizmu te na hlađenje organizma.

Štetni učinci vrućeg okoliša ovise o karakteristikama samog radnika, radnim uvjetima i čimbenicima okoliša. Temperaturna ugroženost radnika procjenjuje se pomoću toplinskih indeksa, no uvijek se prednost mora dati radnikovom subjektivnom doživljaju koliko mu je fizički teško.

Rad na vrućini uzrokuje poremećaje na razini cijelog tijela, prvenstveno u smislu dehidracije i hiperpireksije, ali povećava i rizik od lokalnih poremećaja, na razini kože i mišića. Smanjen je i osjećaj komfora i radna sposobnost te je povećan rizik od nesreća na radu.

Zdravstveni poremećaji uzrokovani toplinskim stresom mogu se prevenirati ispravnim ponašanjem i suradnjom radnika i poslodavca, a negativne posljedice na zdravlje mogu se umanjiti pravodobnim reakcijama pri pojavi početnih, blagih simptoma. Pravovremena, redovita i dostatna nadoknada vode, elektrolita i energije jedan je od najvažnijih postupaka. Prvi izbor za rehidraciju su izotonični napici obogaćeni ugljikohidratima. Uvijek je cilj prvenstveno zaštititi zdravlje ugroženih radnika, ali svakako je važno održati što bolju učinkovitost na radu.

Ključne riječi: aklimatizacija na toplo, nadoknada tekućine i elektrolita, procjena režima odmora, regulacija tjelesne temperature, toplinski indeksi, zdravstvene tegobe povezane s vrućinom

UVOD I TOPLINSKI INDEKSI

U radnoj okolini toplinska opterećenja javljaju se kao (nus)produkt tehnološkog procesa i kao dio radne okoline. U Republici Hrvatskoj problem ugroženosti radnika pri radu na otvorenom u toplom dijelu godine osobito je važan, uzevši

u obzir mediteransku klimu, kao i velik broj radova koji se obavljaju u to doba godine.

Proces djelovanja topline i opasnosti za organizam slični su pri radu u zatvorenim prostorima i pri radu u otvorenom okolišu ali su, kod nas i u svijetu, vrlo slabo regulirani i standardizirani uvjeti rada u otvorenom okolišu. Razlog tome su slijedeće specifičnosti: prisutno je direktno djelovanje sunčevih UV zraka, područja gdje se obavlja rad vrlo su velika i različita, na istom prostoru izvode se različiti stupnjevi tehnološkog procesa, vremenske prilike promjenjive su i nestabilne.

*Mario Stipčević, dr. med. (stipcevic.m@hotmail.com), Katarina Zahariev, dr. med., Tanja Lelas, dr. med., Dijana Krišto, dr. med., Hrvatski zavod za zaštitu zdravlja i sigurnost na radu, R. Cimermana 64a, 10000 Zagreb.

Najugroženije skupine radnika, prema Nacionalnoj klasifikaciji zanimanja, su radnici koji rade u skupinama poljoprivreda, lov i šumarstvo, ribarstvo, građevinarstvo, rudarstvo i vađenje te prijevoz, skladištenje i veze.

Toplinske uvjete radne okoline određuju osnovni fizikalni parametri – temperatura, vlažnost zraka i brzina strujanja zraka. Dodatni faktori su sunčeva radijacija, vrijeme izloženosti, korektivni faktori odjeće te brojni korektivni faktori specifični za pojedine podloge u okolišu i pojedine radne procese. Za lakšu procjenu mikroklimatskih uvjeta donesene su mjere koje objedinjuju brojne neovisne faktore i uzimaju u obzir velik broj kombinacija njihovih vrijednosti. To su toplinski indeksi. Najčešće korišteni toplinski indeksi su efektivna temperatura (ET), korigirana efektivna temperatura (KET), indeks vlažne i globus temperature (IVGT). Precizniji indeksi uključuju i subjektivni doživljaj ljudi i osjećaj udobnosti (Humidex, Feels like temperature). Ovi indeksi temelje se na činjenici da istu temperaturu pri različitoj vlažnosti okoliša čovjek doživljava različito. Doživljena subjektivna, "prividna" temperatura uvijek je kombinacija više parametara okoliša. Postoje opće prihvaćene tablice i automatski kalkulatori iz kojih se lako očita doživljena temperatura (Tablica 1). Doživljena temperatura raste s povišenjem temperature okoliša i udjela vlage u zraku. U Tablici 1 označene su zone zdravstvene ugroženosti za prosječnog zdravog čovjeka prema National weather service (http://www.crh.noaa.gov/jkl/?n=heat_index_calculator).

Tablica 1. Indeks topline

Table 1. Heat index

Relativna vlaga	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Temp. u °C						
28	28.4	29.4	30.7	32.1	33.7	35.6
29	29.7	31.0	32.7	34.7	37.1	39.7
30	31.0	32.8	35.0	37.7	40.7	44.2
31	32.6	34.8	37.6	40.9	44.7	49.0
32	34.4	37.1	40.4	44.4	49.0	54.2
33	36.3	39.5	43.5	48.1	53.5	59.7
34	38.4	42.2	46.8	52.2	58.4	65.5
35	40.7	45.1	50.3	56.5	63.7	71.7
36	43.1	48.1	54.2	61.2	69.2	78.2
Oprez – mogući toplinski grčevi i iscrpljenost						
Opasnost – vjerojatna toplinska iscrpljenost						
Velika opasnost – realna prijetnja od toplinskog udara						

Nepovoljni vrući toplinski uvjeti imaju brojne negativne učinke na radnika. Uz izravno ugrožavanje zdravlja smanjuju osjećaj komfora, radnu sposobnost, stupanj sigurnosti na radu i povećavaju rizik od nesreća. Negativni učinci ovisni su o mnogim čimbenicima (*Beritić-Stahuljak et al., 1999., LaDou, 2007., Šarić, Žuškin, 2002.*). To su:

- **karakteristike radnika** (dob, spol, fizička pripremljenost i aklimatizacija, stupanj uhranjenosti, tjelesne bolesti, psihički doživljaj posla i motiviranost, poštovanje pravila rada na siguran način)

- **radni uvjeti** (zahtjevnost poslova, stupanj i trajanje fizičkog opterećenja, radna odjeća i obuća, opskrbljenost zahlađenim pićima, količina i raspored pauza za odmor na poslu)
- **čimbenici okoliša** (temperatura, vlaga, strujanje zraka, izravno djelovanje UV zraka, prisutnost hladovine, zračenje podloge na kojoj se izvode radovi).

REGULACIJA TJELESNE TEMPERATURE

Toplina je glavni "nusproizvod" metabolizma organizma. Što je veći tjelesni rad, veća je unutarnja proizvodnja topline. Temperatura unutarnjih organa, tj. temperatura jezgre tijela, uvijek je konstantna, a mjerena u ustima iznosi između 36.1 – 37.8 °C. Održavanje stabilne temperature unutrašnjosti tijela omogućuje normalno izvođenje svih enzimskih, staničnih i organskih procesa.

U regulaciji održavanja temperature tijela djeluju složeni mehanizmi koji uključuju djelovanje gotovo svih organskih sustava. Mehanizmima termoregulacije upravlja centar u hipotalamusu na temelju temperature krvi i impulsa iz termoreceptora.

Temperatura periferije (koža, mišići, masno tkivo) je prva razina zaštite kod utjecaja vanjske temperature. Ona je promjenjiva. Vazodilacijom krvnih žila tijelo oslobađa višak topline (u vrućem okolišu), odnosno vazokonstrikcijom čuva toplinu (u hladnom okolišu) i na ovaj način održava temperaturu jezgre stabilnom.

Proces eliminacije viška topline i održavanja stabilne unutarnje temperature bez teškoća se izvodi u svakidašnjim uvjetima i u odsutnosti bolesti, no postaje ugrožen u uvjetima velikog fizičkog opterećenja. Kada vanjska zagrijavanja

dobitno opterećuju organizam, nastaje rizik od pregrijavanja organizma.

Izmjena topline organizma s okolišem izvodi se putem mehanizama radijacije, kondukcije, konvekcije i znojenja.

Najvažniji mehanizam pri normalnim uvjetima je *radijacija* (zračenje). Sva tijela koja su toplija od 0 °C izdavaju infracrveno zračenje. Toplije tijelo prenosi toplinu na hladnije tijelo preko infracrvenih zraka. *Kondukcija* označava vođenje topline na čvrste predmete kada su dva tijela u izravnom kontaktu. Taj je mehanizam osobito važan kada se tijelo nalazi u vodi. Kondukcijom u vodi, zbog velike kontaktne površine, organizam gubi toplinu (uzevši u obzir da je temperatura vode niža od temperature organizma) čak 20-30 puta brže nego na suhome. *Konvekcijom* se odvodi toplina putem strujanja zraka. Što je jače strujanje zraka, veći je gubitak topline. Zbog toga nastaje brže pothlađivanje na hladnoći uz puhanje vjetra u odnosu na uvjete kada vjetra nema.

Četvrti mehanizam oslobađanja topline je *znojenje*. Znoj isparava s kože (evaporacija) što hladi kožu i snižava temperaturu krvi na periferiji. "Ohlađena" krv kola natrag prema srcu i unutarnjim organima i tako održava temperaturu jezgre stabilnom. Znojenje je pri radu u uvjetima visoke vanjske temperature odgovorno za više od 75 do 80% ukupnog hlađenja tijela. Negativna strana znojenja je gubitak znatne količine elektrolita. Klinički je najznačajniji gubitak natrija i kalija.

Usporedba zastupljenosti i djelotvornosti mehanizama izdavanja topline iz tijela u normalnim uvjetima i u uvjetima kada je temperatura okoliša veća od temperature tijela prikazana je u Tablici 2 (*Guyton i Hall, 2003.*). Pri boravku u okolišu koji je topliji od temperature tijela jedini preostali mehanizam obrane tijela od prekomjerne topline ostaje mehanizam znojenja.

Tablica 2. Usporedba zastupljenosti i djelotvornosti mehanizama izdavanja topline iz tijela u normalnim uvjetima i u uvjetima kada je temperatura okoliša veća od temperature tijela

Table 2. Body's heat-release mechanisms in normal conditions and in conditions with environment temperature higher than body temperature

Način	Udio u normalnim uvjetima (gola osoba pri sobnoj temp.)	Učinak kada je zrak okoliša topliji od organizma
Radijacija	60%	Tijelo se dodatno zagrijava
Kondukcija	3%	Nema učinka
Konvekcija	15%	Nema učinka
Znojenje i nevidljivo znojenje	22%	Da

AKLIMATIZACIJA NA TOPLO

Aklimatizacija označava prilagodbu organizma na normalno funkcioniranje u novim uvjetima okoliša. Brzina takve prilagodbe je individualna. Sposobnost aklimatizacije slabija je kod žena i kod pretilih radnika (*E&P Forum, 1998., LaDou, 2007.*). Što su ekstremniji novi radni uvjeti više je vremena potrebno da se organizam potpuno prilagodi. Minimum trajanja aklimatizacije je oko 3 do 5 dana, a gotovo se svi radnici aklimatiziraju nakon 7-14 dana. Svaki radnik koji prvi put biva izložen povišenoj temperaturi okoliša osjetit će znakove opterećenja na tijelu – vrućicu, ubrzan rad i lupanje srca, pojačano znojenje, te općenito umor i slabost. Dobra fizička kondicija, odsutnost bolesti te osiguravanje dobrih radnih uvjeta i poštovanje preporuka o pravilnom ponašanju na radu ubrzavaju aklimatizaciju.

U sklopu aklimatizacije događaju se prilagodbe mnogih organskih sustava, uključujući i prilagodbu samog mehanizma znojenja. Neprilagođeni organizam pri pojačanom znojenju gubi velike količine vode i elektrolita. Izmjereno je da se u prvim danima rada gubi 15-30 g soli na dan (*E&P Forum, 1998., Guyton and Hall, 2003., Pe-*

ćina, Heimer, 1995., Šarić, Žuškin, 2002.). Nakon 4-6 tjedana prilikom istog rada gubi se samo 3-4 g soli dnevno zbog pojačanog lučenja aldosterona i posljedičnog povećanja resorpcije soli u izvodnim kanalicima znojnica. Mehanizam znojenja prilagođava se i na način da znojenje počinje pri nižoj tjelesnoj temperaturi.

Od ostalih tjelesnih prilagodbi najvažnije je povećano lučenje antidiuretskog hormona (ADH) i posljedično čuvanje vode u tijelu, smanjenje frekvencije srca, povećanje udarnog volumena srca te povećanje volumena plazme. Osim toga, nastaje hipertrofija poprečnoprugastih mišića i ukupno se povećava snaga i kondicija te se smanjuje anaerobni udio u metabolizmu.

Jednom ostvarena aklimatizacija na uvjete okoliša postupno se gubi ako se rad prekida. Već prekidom rada od nekoliko tjedana gubi se većina ostvarenih prilagodbi.

VODA I ELEKTROLITI

Tijelo prosječne odrasle osobe težine 70 kg sadrži oko 42 litre vode, koja čini 60% tjelesne mase. Pri svakodnevnim aktivnostima prosječan čovjek gubi oko 2,5 l tekućine dnevno, pri umjerenom fizičkom radu gubi se oko 4 l tekućine na dan dok se pri dugotrajnom teškom fizičkom radu gubi čak 6,5 l tekućine na dan. Pokazatelj gubitka tekućine je gubitak na težini. Gubitak 1 kg približno odgovara gubitku 1 l tekućine.

Prilikom fizičkih napora uvijek je važno biti dobro rehidriran. Pri nadoknadi tekućine nikada se ne smije čekati pojava žeđi jer je to kasni znak dehidracije. Tada je već izgubljeno 1-3% tjelesnih tekućina.

Za fizičke aktivnosti koje traju do 60 minuta za dobru rehidraciju dostatna je obična voda (*Armstrong, 1988., Clark 2000.*). Kada fizička aktivnost traje više od 60 minuta, mehanizam znojenja je potpuno aktivan i značajno se gube elektroliti. Za nadoknadu izgubljenih elektrolita i tekućine obična voda nije dovoljna, već su potrebne tekućine s dodatkom elektrolita. Davanje čiste vode za rehidraciju razrjeđuje tekućinu u organizmu i uzroku-

je hiponatremiju, što pogoršava kliničke smetnje. Pića za rehidraciju dijele se prema osmolarnosti (Tablica 3); (Clark, 2008., http://sportsinjuries.suite101.com/article.cfm/sports_drinks_for_athletes, <http://www.pponline.co.uk/encyc/0813.htm>). Izotonična pića predstavljaju najbolji izbor za rehidraciju; iste su osmolarnosti kao krv i plazma, učinkovito se apsorbiraju i dugo se zadržavaju u tijelu. Na tržištu postoje brojni komercijalni izotonički napici, a slični napici mogu se lako samostalno pripremiti.

Izotonična pića uglavnom se pripremaju obogaćena ugljikohidratima, najčešće glukozom i fruktozom, i sadrže značajne količine elektrolita. Ugljikohidrati uzeti putem pića obnavljaju dio glikogena u organizmu i brzo opskrbljuju organizam malim količinama energije te mogu kraće vrijeme odgoditi pojavljivanje zamora (Lieberman, 2003., Maughan et al., 1996., Rehrer et al., 1993.). Važno je da količina ugljikohidrata nije prevelika jer takvi napici usporavaju probavu i mogu uzrokovati proljeve i druge gastrične tegobe.

PREHRANA

Pravilna prehrana osigurava energiju, građevne tvari za izgradnju i regeneraciju tkiva i zaštitne tvari za rast, razvoj i imunološke funkcije.

Energetske potrebe određene su težinom i trajanjem tjelesne aktivnosti. Prosječna osoba na svakodnevne aktivnosti troši 2200-3200 kcal/dan. Utvrđene su značajne razlike u potrebama unosa energije među spolovima (Sorić et al., 2006.). Prilikom teškog fizičkog rada dnevno se troši i do 8000 kcal. Postoje brojne formule za točan izračun potrošnje energije. Uzimaju u obzir tjelesnu težinu i visinu, životnu dob, spol i dodatnu potrošnju energije zbog fizičkog rada. Jedna od najpoznatijih metoda je Haris Benedictova formula (Antonić-Degač, 2002.). Na temelju dobivenih vrijednosti potrošene energije lako se određuje iznos kilokalorija koje se hranom moraju nadoknaditi.

Preporučena raspodjela obroka kod radnika je doručak (koji će namiriti 15% dnevne potrebe energije), dopunski obrok (20% energije), ručak (30% energije) i večera (35% energije). Kod sastava prehrane preporučaju se obroci bogati ugljikohidratima koji nadoknađuju najveći dio energije i najučinkovitije omogućavaju dužji i kvalitetniji rad (Tablica 4); (Antonić-Degač, 2002.). Važno je prije početka rada pojesti lagani obrok kako bi se mišići opskrbili energijom i pripremili za maksimalnu aktivnost. Dopunski obrok tijekom rada održava nužnu razinu glukoze u krvi i dohranjuje mišiće i mozak te tako odgađa pojavu umora. Obrok nakon završetka

Tablica 3. Skupine tekućina za rehidraciju prema osmolarnosti

Table 3. Groups of rehydration liquids shown according to their osmolality

	HIPOTONIČNA	IZOTONIČNA	HIPERTONIČNA
		Obična voda, negazirana i gazirana mineralna voda, čajevi	Cedevita, Gatorade, Isostar, Powerade i sl.
Koncentracija ugljikohidrata	< 6 %	6 do 8 %	> 8 % (često preko 11%)
Brzina resorpcije u tijelu	Vrlo brzo	Brzo	Polagano
Kada se uzimaju	Svakodnevni život Kod fizičkih naprezanja kraćeg trajanja	Za vrijeme rada Kod fizičkih naprezanja duljeg trajanja	Nakon dugotrajnog rada Nekoliko dana prije početka radova
Sadržaj kalorija	Najmanje kalorija	Srednja količina kalorija	Najviše kalorija
Nuspojave	Zanemarive	Zanemarive	Mogu uzrokovati nadutost, proljeve i gastrične tegobe

rada treba biti energetski najobilniji kako bi se nadoknadila izgubljena energija, tekućina, elektroliti i vitamini.

Tablica 4. Preporučeni udjeli osnovnih prehrambenih tvari

Table 4. Recommended quantities of basic nutrients

	Preporuka prema USDA	Radnik koji radi fizički posao	Prosječni Hrvat (DZS 2008., 2009.)
Ugljikohidrati (%)	45-65	60-70	49
Masti (%)	20-35	20-25	38
Proteini (%)	10-30	15	13

USDA - United states department of Agriculture, 2009.

DZS - Državni zavod za statistiku, Hrvatska, 2002.-2009.

ZDRAVSTVENE TEGOBE POVEZANE S RADOM NA VRUĆINI

Pojava zdravstvenih tegoba ovisi o tjelesnim karakteristikama radnika, radnim uvjetima i o čimbenicima okoliša. Zdravstvene tegobe dijelimo na opće, koje uključuju poremećaj tjelesnih tekućina i termoregulacije, i na lokalne, u koje se ubrajaju promjene na koži te promjene u izoliranim mišićnim skupinama, u pravilu fizički najopterećenijim.

Glavni rizični faktor za nastanak tegoba je dugotrajan fizički rad uz nedostatnu nadoknadu vode i elektrolita. Odnos toplinskih uvjeta okoliša i zdravstvenih tegoba prikazan je u Tablici 1.

Potrebno je voditi računa o osjetljivim skupinama radnika. Ovdje se ubrajaju:

- radnici koji rade teške fizičke radove na otvorenom u toplom dijelu godine, osobito kada nose debelu radnu odjeću
- žene, osobito trudnice
- radnici stariji od 60 godina
- pretili i pothranjeni radnici
- radnici pod utjecajem alkohola, sredstava ovisnosti i nekih lijekova (psihofarmaci, diuretici)

- radnici hipertoničari, srčani bolesnici, plućni bolesnici, dijabetičari, epileptičari te oboljeli od drugih težih bolesti.

Što je veće povećanje temperature jezgre tijela, to je veći rizik od zatajenja normalnih fizioloških procesa i ozbiljnih posljedica za zdravlje. Hiperpireksijom označava se povećanje unutarnje temperature tijela preko 41 °C. Moždana smrt sigurno će nastati pri unutarnjoj temperaturi tijela od 44 do 45 °C.

Važno je prepoznati prodromalne, blaže, ali upozoravajuće simptome, kao što su umor i opća slabost, mučnine, glavobolje i vrtoglavice. Oni često, iako ne uvijek, prethode ozbiljnijim bolestima i stanjima. Većini stanja prethodi i preveliki gubitak tekućine iz organizma (*dehidracija*). Znaci dehidracije očituju se smanjenjem fizičkih sposobnosti, prije svega smanjenjem izdržljivosti i mentalnih sposobnosti (Tablica 5); (*Mardešić i sur., 2000.*). Smanjenje težine za 2-4 kg kod prosječne osobe teške 70 kg predstavlja gubitak ukupne tekućine 3-6%. Izražena dehidracija zbog redistribucije krvotoka smanjuje znojenje.

Tablica 5. Odnos gubitka na težini i učinaka na organizam

Table 5. Relation between weight loss and effects on the organism

Gubitak na težini	Učinci na organizam
1-2%	Nema promjena.
2-3%	Umor i slabost, žeđ, glavobolja, febrilnost, tahikardija. Smanjena koncentracija, efikasnost na radu. Povećan rizik od nesreća na radu.
3-6%	Progresija tegoba.
> 6%	Značajno smanjeno znojenje. Opasnost od hiperpireksije. Znaci redistribucije krvotoka.
>10%	Znaci hipovolemiskog šoka. Hiperpireksija. Konvulzije i poremećaji svijesti do kome. Smrt.

Zbog prekomjernog znojenja i smanjene koncentracije natrija javljaju se toplinski grčevi. Osobito se javljaju ako se gubitak tekućine

nadoknađuje samo čistom vodom, što uzrokuje daljnju hiponatremiju. Obilježeni su snažnim bolnim grčevima mišića nakon duljeg rada, najčešće pri kraju radnog vremena. Grčevi se javljaju naglo, bez prethodnih simptoma, najjače zahvaćaju najopterećenije mišićne skupine, traju 1-3 min i ponavljaju se. Rjeđe su praćeni općim simptomima.

Napretkom *toplinskih grčeva javlja se* toplinska iscrpljenost (toplinski kolaps). Prvenstveno je uzrokovana gubitkom volumena i može prijeći u pravi hipovolemični šok. Uz grčeve u mišićima javljaju se i grčevi u abdomenu. Koža je vlažna i ljepljiva. Temperatura jezgre tijela je ili normalna ili povišena do 39 °C. Simptomi su slični onima koji se javljaju kod toplinskog udara, ali su blaži i nema znakova poremećaja mentalnog statusa.

Najteži oblik hipertermičkih poremećaja je *toplinski udar* (insolatio) i predstavlja nastavak toplinske iscrpljenosti. Vitalno ugrožava pacijenta, a posljedica je sloma centralnih termoregulacijskih mehanizama. Temperatura jezgre tijela je povišena i iznosi 40-43 °C, a koža je crvena, vruća i suha jer je prestalo znojenje. Razvijaju se teški simptomi poput povraćanja, hiperventilacije, toničko-kloničkih grčeva, znakova nadražaja moždanih ovojnica i poremećaji svijesti sve do kome. Nastaju oštećenja svih organa u tijelu, a smrtnost iznosi između 20 i 50%.

Zajednički učinak općeg povišenja temperature tijela i lokalnog djelovanja sunčevih zraka na zatiljak glave uzrokuje *sunčanicu*. Klasičan blaži oblik očituje se slabošću, mučninom i povraćanjem, ali u težim slučajevima mogu nastati upala i edem moždanih ovojnica i mozga. Tada nerijetko nastupa koma i smrt.

Kod neaklimatiziranih radnika javlja se *prolazni toplinski umor* kao odgovor organizma na rad na vrućini i traje do otprilike 2 tjedna. Osobito se zapaža na zadacima gdje je potrebna dobra koordinacija i pažnja. Što je veći umor, veći je i rizik od nastanka nesreća na radu.

Nerijetko se javljaju *sinkope zbog vrućine* obilježene trenucima slabosti i gubitka svijesti.

Uzrok iznenadnog gubitka svijesti je periferna vazodilatacija. Za smanjenje pojave sinkopa preporuča se hodanje koje aktivira vensku pumpu u nogama.

Koža, koja štiti od vanjskih utjecaja, izložena je uvelike djelovanju vrućeg okoliša (*Lipozenčić i sur., 2008., Vrhovac i sur., 2003.*). Zbog obilnog znojenja i lokalnog povećanja vlažnosti, iritacije odjećom i suncem te rukovanja grubim oruđem nastaju promjene na koži. Najčešće se javljaju nespecifični osipi koji su obično lokalizirani i često praćeni svrbežom. U području pazuha, prepona i stopala kao posljedica vlaženja kože zbog znojenja javljaju se *dermatomikoze*. Javlja se i velik broj drugih, relativno subspecijalističkih dermatoloških entiteta, poput *miliarie rubre* i *intertriga*.

Zbog dugotrajnog izravnog djelovanja sunca ili nakon kontakta s jako zagrijanim oruđem nastaju *opekline* koje mogu biti i praćene općim simptomima.

Sva navedena stanja, ali i rad uz prisutnost umora i pada koncentracije, povećavaju učestalost mehaničkih ozljeda.

PREPORUKE

U svrhu bolje zaštite zdravlja radnika i održavanja optimalne učinkovitosti na radu prikazani su praktični savjeti. Oni će radnicima, poslodavcima i svim sudionicima sustava zaštite zdravlja i zaštite na radu dati okvire za prilagodbu ponašanja radnika tijekom rada i uređivanje režima rada i odmora. Mogu se podijeliti na opće preporuke (*Canadian centre for occupational health and safety, E&P Industry, LaDou, 2007., OSH, Šarić, Žuškin, 2002., United states Department of labor*), preporuke za nadoknadu tekućine i hrane (*Armstrong 1988., Clark 2000., Pećina, Heimer, 1995, Vladović 2003., www.pponline.co.uk*), preporuke za prevenciju i liječenje bolesti i stanja uzrokovanih vrućinom i suncem (*E&P Forum, Lipozenčić i sur., 2008., United states Department of labor, Vrhovac et al., 2003.*), preporuke za procjenu temperaturnog opterećenja

radnika i prilagodbu radnog vremena (*Australian Government- Bureau of meteorology, Canadian centre for occupational health and safety, La-Dou, 2007., Šarić, Žuškin, 2002.*)

Opće preporuke

U opće preporuke ubrajaju se ove:

- Podijeliti skupine poslova i izdvojiti posebno ugrožena radna mjesta;
- Tehničkim rješenjima i uređivanjem radnog procesa što više rasteretiti radnike i smanjiti trajanje teških fizičkih napreznja;
- Prilagoditi trajanje radnog dana ovisno o fizičkim napreznjima i uvjetima radnog mjesta;
- Kritična točka *vanjske temperature* gdje je potvrđena veća učestalost ozljeda je oko 35 °C. Prilikom rada na takvim temperaturama važno je dodatno rasteretiti radnike;
- Osigurati vrijeme za aklimatizaciju novih radnika (oko 2 tjedna lakšeg rada);
- Fizički najzahtjevnije radove planirati tako da se izbjegne razdoblje dana od 11 do 15 sati;
- Provoditi više kraćih stanki (npr. gruba preporuka 10-20 min odmora nakon svakih 60 min teškog fizičkog rada);
- Ako je moguće zbog specifičnosti radova, potrebno je provoditi rotaciju poslova (barem neke grube podjele npr. 4 sata se radi težak fizički posao, pa 4 sata lakši posao);
- Na radilištima osigurati posude s hladnom vodom, mokre spužve i slično;
- Obratiti posebnu pozornost na zaštitu osjetljivih skupina radnika;
- Prije početka rada i kasnije periodički je potreban neki oblik medicinskog nadzora;
- Najvažnije je procijeniti fizičku spremnost radnika i utjecaj njegovih bolesti na podnašanje fizičkog napora, a uzevši u obzir i dodatna toplinska opterećenja okoliša;
- Pravilan izbor odjeće, najbolje udobna, lagana, svijetla pamučna odjeća;

- Osigurati tečaj i praktično uvježbavanje prve pomoći. Periodički ponavljati stečena znanja, najbolje jednom u 6 mjeseci;
- Provesti osposobljavanje o važnosti rehidracije. Educirati radnike kako prepoznati prve simptome dehidracije i toplinskog preopterećenja;
- Održati motivaciju i dobru atmosferu u kampu na izoliranim radilištima izvan radnog vremena – omogućiti prijateljsku atmosferu, pružiti rekreacijske sadržaje i spriječiti dosadu.

Preporuke za nadoknadu tekućine i hrane

Važne preporuke za nadoknadu tekućine i hrane jesu ove:

- Najvažnije je piti tekućinu i to prije početka rada, za vrijeme rada i nakon završetka rada. Ne smije se čekati pojavu žeđi;
- Osigurati dostupnost rashlađenih pića (temperature oko 15 - 22 °C);
- Kada *fizička aktivnost traje manje od 60 minuta*, dovoljna je obična voda da bi se nadoknadila izgubljena tekućina;
- Ako *fizička aktivnost traje dulje od 60 minuta*, potrebne su tekućine obogaćene elektrolitima, najbolje izotonične tekućine. Na tržištu postoje brojni gotovi komercijalni izotonički napici. U ljekarnama lako se nabave smjese za pripremu izotoničnih pića;
- Slični napici mogu se lagano i samostalno pripremiti. Primjer jednog takvog napitka:
 - 1 litra vode
 - pola čajne žlice soli
 - 30 g šećera ili meda
 - za okus može se dodati iscijeđeni limun, naranča, grejp i sl.
 - ako rad traje dulje od 2 sata, dobro je dodati i 40 g maltodekstrina (lagani šećer što se prodaje u apotekama);
- Još jednostavnije se brzo mogu pripremiti šećerima obogaćeni napici. Oni

su najčešće hipotonični, ali su svakako bolji izbor od čiste vode. Primjeri takvih napitaka:

- rashlađeni domaći prirodni sok – ½ volumena ocijeđenog soka od naranče pomiješati sa ½ vode i soli (koliko se uhvati sa 2 prsta)
- rashlađeni čaj sa šećerom;
- Konzumiranje alkohola mora se izbjegavati. Alkohol, uz to što djeluje na koordinaciju i kognitivne funkcije te tako povećava rizik od nesreća na radu, djeluje kao diuretik i dodatno potiče dehidraciju;
- Ne preporučaju se energetska pića i kava jer sadrže kofein koji djeluje kao diuretik;
- Poticati normalnu prehranu koja će podmiriti većinu dnevnih potreba soli;
- Osigurati lagani međuobrok koji brzo obnavlja dio energetskih zaliha.

Preporuke za prevenciju i liječenje bolesti i stanja uzrokovanih vrućinom i suncem

Prevencija:

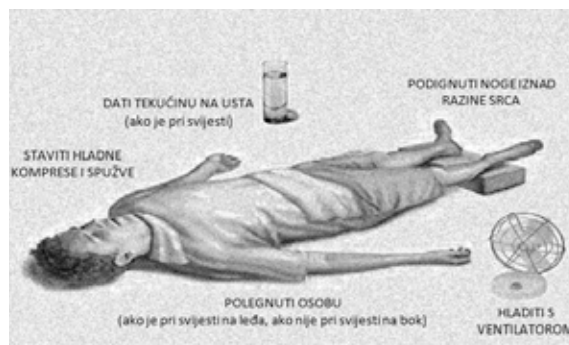
- Održavati kožu suhom i čistom, održavati osobnu higijenu i higijenu radnog okoliša;
- Preporuča se tuširanje mlakom vodom nakon završetka rada (eventualno i u stankama) te redovno mijenjanje i pranje radne odjeće;
- Posebna pozornost mora se obratiti pažljivo rukovanju radnim alatima kako bi se spriječile mehaničke ozljede;
- Na poslovima na suncu važno je upotrebljavati kremu za sunčanje (faktor 30 i više). Osobito se moraju zaštititi osjetljiva područja – lice, uške, vrat i ramena;
- Zaštititi glavu kapama i šeširima s obodom i sjenobranom;
- U slučaju izraženih zdravstvenih smetnji, kao i kod progresije tegoba, potrebno je odmah se javiti liječniku.

Postupci kod promjene na koži (crvenilo, osipi, mjehurići):

- Kožu oprati pod mlakim tušem običnom vodom, ne upotrebljavati šampone i deterdžente, ne trljati zahvaćenu kožu, ne bušiti mjehuriće;
- Nakon zalijeivanja mlakom vodom nanijeti blagi, pH neutralan losion;
- Ne stavljati zavoje.

Samopomoć kada se osjete početni simptomi toplinskog preopterećenja (slabost, mučnina, vrtoglavica i sl.):

- Upozoriti suradnika i zamoliti za pomoć;
- Prekinuti aktivnost, sjesti ili leći u hlad;
- Hladiti se;
- Piti zahlađenu tekućinu.



Slika 1. Prikaz pružanja prve pomoć

Figure 1. First aid administration

Prva pomoć:

- Polegnuti radnika, olabaviti ovratnik i odjeću, premjestiti ga u rashlađeni prostor ili barem u hladovinu;
- Hladiti: polijevati vodom, spužvom, ventilator, staviti vrećice leda, osobito u području prepona i pazuha;
- Ako je radnik pri svijesti, dati mu piti hladnu vodu. Nema li mučnine, dobra je tekućina s dodatkom šećera;
- U situacijama kada nema oporavka i kod progresije tegoba zvati hitnu pomoć.

Preporuke za procjenu temperaturnog opterećenja radnika i prilagodbu radnog vremena

U ove preporuke ubrajaju se:

- Temperaturna ugroženost radnika procjenjuje se pomoću toplinskih indeksa (Tablica 6). Parametri potrebni za izračun dobivaju se putem vremenske prognoze ili najtočnije, mjerenjem na radilištu;
- Važno je znati da temperaturni indeksi predstavljaju okvirnu vrijednost. Oni ne uzimaju u obzir sve faktore koji utječu na dodatno zagrijavanje te je najčešće mjerenjem dobivena vrijednost temperaturnog indeksa manja od temperature koju radnik osjeća;
- Dati prednost radnikovom doživljaju kako se subjektivno osjeća i koliko mu je fizički teško;
- Redovito (npr. jednom tjedno) reevaluirati procjenu dobivenih vrijednosti;
- Ako to dopušta tehnički proces, radniku treba omogućiti da sam modificira tempo rada, zbog činjenice da je svaki čovjek različito osjetljiv na djelovanje topline.

- Cilj je prvenstveno zaštititi zdravlje radnika, ali svakako je važno održati što bolju učinkovitost na radu.

Primjer procjene režima odmora prema toplinskom indeksu

Temperaturna ugroženost radnika procjenjuje se pomoću toplinskih indeksa (Tablica 6); (*LaDou, 2007., Guyton i Hall, 2003.*). Vrijednost indeksa topline u drugoj koloniji dobiva se na temelju vanjske temperature i relativne vlage zraka. Iz standardiziranih tablica ili pomoću elektronskih kalkulatora izračunava se vrijednost indeksa topline. Tablica 6 rađena je za radni tjedan od 40 radnih sati (vidjeti i Tablicu 1).

Primjer procjene režima odmora prema indeksu vlažne i globus temperature

Odnos težine fizičkog rada pri raznim temperaturama IVGT i preporučenog režima odmora pri kojem prosječan zdravi radnik neće osjećati posljedice na svoj organizam prikazan je u Tablici 7 (*Roja et al., 2006., Health Aspects of work..., 1998.*).

Tablica 6. Povezanost zdravstvenih tegoba s povišenjem doživljene temperature

Table 6. Relation between health problems and perception of temperature increase

Kategorija	Indeks topline	Zdravstveni rizik	Preporučeni režim odmora
Ekstremna opasnost	> 54 °C	Toplinski udar	• Hitno stanje
Opasnost	41 – 54 °C	Toplinski grčevi, toplinska iscrpljenost	• Pauza do oporavka • Završen radni dan • Razmotriti poštudu od rada
Veliki oprez	32 – 41 °C	Pad radne učinkovitosti, toplinski grčevi	• Pauza 10-20 min u svakom satu rada • Stanka, osvježavanje, prekid rada na 30-60 min
Oprez	27 – 32 °C	Umor, početni pad radne učinkovitosti	• Pauza 10-20 min u svakom satu rada
Ne postoji veća ugroženost	< 27 °C	Rizik nije povećan	• Normalan rad

Tablica 7. Odnos težine fizičkog rada pri raznim temperaturama IVGT i preporučenog režima odmora pri kojem prosječan zdravi radnik neće osjećati posljedice na svoj organizam

Table 7. Physical strain at varying IVGT temperatures and recommended relaxation regimen for average healthy worker not to feel consequences on the organism

Radno fizičko opterećenje			Preporučen režim odmora pri kojem radnik ne osjeća negativne učinke visoke temperature na organizam
malo	umjereno	veliko	
30,0 °C	26,7 °C	25,0 °C	kontinuirani rad
30,6 °C	28,0 °C	25,9 °C	45 min rada – 15 min odmora
31,4 °C	29,4 °C	27,9 °C	30 min rada - 30 min odmora
32,2 °C	31,1 °C	30,0 °C	15 min rada - 45 min odmora

Poslovi se okvirno svrstavaju u skupine prema fizičkoj aktivnosti (*E&PForum, Roja et al., 2006.*):

- **Lagani fizički rad i umni rad:** administrativni poslovi, uredski poslovi, komunikacijski procesi, rad za računalom, inspekcija i nadzor radnih procesa, lagano upravljanje operacijama i procesima (pritisnjanje gumba, okretanje ručica, ventila i slično), većina sjedećih poslova, hod po laganom terenu;
- **Srednje težak fizički rad:** nošenje i skupljanje i manipulacije lakšim predmetima, hod po srednje teškom terenu (neravan, umjerene uzbrdice, hod umjerenim tempom), ličenje i slični radovi;
- **Težak fizički rad:** intenzivan napor ruku i trupa, guranje i prenošenje teških predmeta i tereta, uspinjanje stepenicama, teški rad s alatima (loplate, grablje i dr.), cijepanje drva, ličenje, većina radova u građevinarstvu.

LITERATURA

Antonić-Degač, K.: *Prehrambene smjernice za odrasle*, Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Zagreb, 2002.

Armstrong, L.E.: Environmental factors #2: Research update: Fluid replacement and athlete hydration, *Strength & Conditioning Journal*, 10, 1988., 3, p. 69-74.

Australian Government- Bureau of meteorology, *About the WBGT and apparent temperature indices*, dostupno na http://www.bom.gov.au/info/thermal_stress, pristupljeno 2.2.2010.

Beritić-Stahuljak, D., Žuškin, E., Valić, F., Mustajbegović, J.: *Medicina rada*, Medicinska naklada, Zagreb, 1999.

Canadian centre for occupational health and safety, *Hot environments-control measures*, dostupno na http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/heat_control.html, pristupljeno 1.2.2010.

Canadian centre for occupational health and safety, *Humidex rating and work*, dostupno na http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/humidex.html, pristupljeno 2.2.2010.

Canadian centre for occupational health and safety, *Maximum temperature limit for worker*, dostupno na http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/max_temp.html, pristupljeno 1.2.2010.

Clark, N.: *Sportska prehrana, priručnik za sportaše, trenere i rekreativce*, Gopal, Zagreb 2000.

Cohen, S.M.: *Sport Drinks for Athletes*, dostupno na http://sportsinjuries.suite101.com/article.cfm/sports_drinks_for_athletes, pristupljeno 31.1.2010.

E&P Forum, Health Aspects of work in extreme climates within E & P Industry: The heat, Report No 6.70/279, September 1998., London.

Emergency preparedness and response, Heat Stress, United states Department of labor, do-

stupno na <http://www.osha.gov/SLTC/emergency-preparedness/guides/heat.html>, pristupljeno 31.1.2010.

Food and nutrition, United states department of Agriculture, dostupno na <http://riley.nal.usda.gov>, pristupljeno 31.1.2010.

Guyton i Hall: *Medicinska fiziologija*, Medicinska naklada, Zagreb, 2003.

Health Aspects of work in extreme climates within E & P Industry: The heat, E&P Forum, Report No 6.70/279, September 1998., London.

Heat Stress Hazards and Possible Solutions, United states Department of labor, dostupno na <http://www.osha.gov/Publications/osa3154.html>, pristupljeno 1.2.2010.

Hrvatski zavod za statistiku, Statističke informacije za 2002. i 2002. godinu, dostupno na <http://www.dzs.hr/>, pristupljeno 31.1.2010.

Hrvatski zavod za statistiku, Statističke informacije za 2008. i 2009. godinu, dostupno na <http://www.dzs.hr/>, pristupljeno 31.1.2010.

LaDou, J.: *Current Occupational & environmental medicine*, Companies, Inc., McGraw-Hill, New York, 2007.

Lieberman, H.: Nutrition, brain function and cognitive performance, *Appetite*, 40, 2003., 3, p. 245-54.

Lipozenčić, J. i sur.: *Dermatovenerologija*, Medicinska naklada, Zagreb, 2008.

Maughan, R.J., Bethell, L.R., Leiper, J.B.: Effects of ingested fluids on exercise capacity and on cardiovascular and metabolic responses to prolonged exercise in man., *Exp Physiol.*, 86, 1996., 5, p. 847-59.

Mardešić, D. i sur.: *Pedijatrija*, Školska knjiga, Zagreb, 2000.

National weather service, Weather forecast office, USA, dostupno na http://www.crh.noaa.gov/jkl/?n=heat_index_calculator, pristupljeno 16.11.2009.

OSH Excessive Heat Could Cause A Disaster, dostupno na <http://www.osh.net/about/index.htm>, pristupljeno

Pećina, M., Heimer, S.: *Športska medicina*, Naprijed, Zagreb, 1995.

Rehrer, N.J., Beckers, E.J., Brouns, F., Saris, W.H., Ten Hoor, F.: Effects of electrolytes in carbohydrate beverages on gastric emptying and secretion., *Med. Sci. Sports Exerc.*, 25, 1993., 1, p. 42-51.

Roja, Ž., Eglite, M., Kalkis, V., Kalkis, H.: Assessment of road building worker physical workload using quantitative and quantitative ergonomical risk analysis methods, *Proceedings of the Latvian Academy of sciences, section b*, 60, 2006., 2 (643), p. 20-30.

Sorić, M., Mišigoj-Duraković, Mr., Pedišić, Ž.: Prehrambene navike i prevalencija pušenja u

sportaša ekipnih sportova, *Hrvat. športskomed. Vjesnik*, 2006., 21: 84-90

Sports drinks: recovering from exercise with hypotonic drinks, isotonic drinks and hypertonic drink, dostupno na <http://www.pponline.co.uk/encyc/0813.htm>, pristupljeno 31.1.2010.

Statističke informacije za 2008. i 2009. godinu, Hrvatski zavod za statistiku, dostupno na <http://www.dzs.hr/>, pristupljeno 26.1.2010.

Šarić, M., Žuškin, E.: *Medicina rada i okoliša*, Medicinska naklada, Zagreb, 2002.

Vladović, M.: *Prehrana sportaša*, dostupno na <http://www.plivazdravlje.hr/aktualno/clanak/1652/Prehrana-sportasa.html>, pristupljeno 30.1.2010.

Vrhovac, B. i sur.: *Interna medicina*, Naklada Ljevak, Zagreb, 2003.

OUTDOOR WORKERS IN HIGH TEMPERATURE CONDITIONS - MEDICAL VIEW

SUMMARY: The paper provides the medical view of the influence of higher temperatures on the human organism during physical labour in the open. It also recommends guidelines which should help protect the health of these workers.

During physical labour the organism generates high amounts of heat. The strain of outer heat causes significant additional strain to the body. In simple terms, the activation of the compensatory mechanisms can be summarized as the preservation of body liquids and the cooling of the organism.

Harmful effects of a hot environment are specific to the particular worker and depend on the working conditions and the environmental factors. The temperature threat to a worker is estimated by the heat index. However, higher priority is always to be given to the worker's subjective impression of physical strain.

Working in heat causes disorders in the entire body, primarily through dehydration and hyperpyrexia, but it also increases the risk of local skin and muscle disorders. The feeling of comfort and the working capacity are decreased, whereas the risk of work accidents is increased.

Medical disorders caused by heat stress can be prevented by proper behaviour of workers and their employers, whereas negative effects on health can be reduced by timely reactions to initial, mild symptoms. Timely, regular and sufficient replenishment of water, electrolytes and energy is one of the most important procedures. The best means of rehydration are isotonic drinks enriched with carbohydrates. The primary goal is to protect the health of the affected workers but also to maintain the best possible work efficiency.

Key words: *acclimatization to heat, body temperature regulation, compensation of liquid and electrolytes, estimation of the relaxation regime, heat index, heat-related health problems*

*Subject review
Received: 2010-04-01
Accepted: 2011-01-31*