



## **TJELESNA AKTIVNOST U TOPLIM UVJETIMA OKOLINE I TOPLINSKA BOLEST**

### **PHYSICAL ACTIVITY IN HEAT AND ITS RELATION TO HEAT ILLNESS**

Legović D, Gulan G, Tudor A, Šantić V, Jurdana H, Prpić T

Klinika za ortopediju Lovran, Sveučilište u Rijeci

#### **SAŽETAK:**

Zgusnuti kalendari natjecanja uz sportske izvedbe u teškim uvjetima okoline otežavaju restituciju energetske iscrpljenosti organizama sportaša, ali i nameću potrebu za brzom prilagodbom s obzirom na naglu promjenu vremenskih zona i klimatskih uvjeta. Energija koja se u organizmu dobiva iz metabolitičkih procesa koristi se protiv entropije, a preostali dio energije oslobađa se u vidu topline. Ljudski organizam može optimalno funkcionirati ukoliko se njegova unutrašnja temperatura ne mijenja za više od 0,5 °C. Temperaturnu tijela nadziru složeni termoregulacijski kontrolni mehanizmi. Organizam sportaša je izložen dodatnom stvaranju metaboličke topline zbog mišićne aktivnosti ali i preuzimanju topline iz okoline. U ovom radu se iznose specifične značajke adaptacije organizma tijekom tjelesne aktivnosti u toplim uvjetima okoline, te se obrazlažu metode prevencije i terapije patoloških stanja kao što je toplinska bolest koja može ugroziti ne samo vrhunski rezultat nego i zdravlje sportaša.

*Ključne riječi:* regulacija tjelesne temperature, toplinska bolest, tjelesna aktivnost

#### **SUMMARY**

A high number of competitions, as well as many training hours spent in an environment characterized by hot temperatures, require athletes performing various sports to have adapted extensively to heat. Metabolic energy produced during physical activity is used against entropy, while excess energy is released from the body as heat. Body temperature is controlled by thermoregulatory mechanisms. The human body can remain at an optimal level of performance as long as the core temperature is maintained within limits of  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ . The athlete's body is exposed to additional metabolic heat because of physical activity, and also to additional heat coming from external sources. This paper deals with the following topics: (1) the specific heat adaptation process undergone by athletes practicing their sport in hot environments, and (2) prevention and treatment of heat illness and heat stroke, which could not only compromise performance, but may also endanger the athletes' health and, in some instances, be life threatening.

*Key words:* thermoregulation, exercise, heat, heat stroke,

## UVOD

Uvjeti natjecanja za pojedine sportske discipline, ne mogu uvijek biti optimalni iako se tome teži. Za natjecanja koja se odvijaju na otvorenom nije moguće osigurati konstantne uvjete okoline što često utječe na ostvareni rezultat. Također, zbog atraktivnosti pojedinih disciplina natjecanja se organiziraju širom Svijeta iako u pojedinim regijama ne postoje povoljni uvjeti za održavanje natjecanja u pojedinom sportu niti u jednom periodu godine. Zgusnuti kalendari natjecanja i sportske izvedbe u teškim uvjetima okoline otežavaju restituciju energetske iscrpljenosti organizama sportaša, ali nameću i potrebu za brzom prilagodbom s obzirom na naglu promjenu vremenskih zona i klimatskih uvjeta. Postoje brojni sportski događaji koji se odvijaju u dijelovima svijeta s izuzetno toplom klimom te ćemo u ovom pregledu iznijeti specifične značajke adaptacije organizma tijekom sportske aktivnosti u toplim uvjetima kao i mogućnost prevencije patoloških stanja koja iz toga proizlaze, a mogu ugroziti ne samo vrhunski rezultat nego i zdravlje, čak i život sportaša.

## TEMPERATURA TIJELA I REGULACIJA TJELESNE TEMPERATURE

Energija koja se u organizmu dobiva iz metabolitičkih procesa koristi se protiv entropije, a preostali dio energije oslobađa se u vidu topline. Energija koja se oslobodi metabolizmom hranjivih tvari pretvara se gotovo konačno sva u tjelesnu toplinu. Maksimalna mehanička efikasnost pretvorbe energije hranjivih tvari u mišićni rad iznosi 20-25%, a ostalo se pretvara u toplinu (unutarnju kemijsku energiju). Sva energija koja se koristi za mišićni rad pretvara se u toplinu tijela, osim manjeg dijela energije koja se troši za savladavanje otpora pokreta u zglobovima i savladavanje trenja prilikom protjecanje krvi u krvnim žilama(8). Pod pojmom temperatura tijela podrazumijevamo unutrašnju temperaturu tijela. Njezina se vrijednost ne mijenja za više od 0,5 °C. Temperatura na površini tijela raste i pada ovisno o temperaturi okoline. Da bi se održala stalnom, temperaturu nadziru regulacijski kontrolni mehanizmi. Potrebno je naglasiti da ne postoji „normalna“ temperatura već postoji raspon normalnih temperatura od 36 do 37°C jer održavanje stalnih unutrašnjih uvjeta okoline tj. homeostaze podrazumijeva promijenljivo stanje pojedinih pokazatelja uz kontinuirane korekcije. Npr. rektalnim mjerenjem tjelesne temperature dobivene vrijednosti su za 0,5°C veće nego pri oralnom mjerenju. Fiziološko povećanje temperature može izazvati obavljanje težeg rada, uzbuđenje i viđa se i kod hiperaktivne djece. Fiziološko sniženje temperature javlja se pri ranim jutarnjim satima te za vrijeme hladna vremena. Tijekom prva dva tjedna menstrualnog ciklusa tjelesna temperatura ženama pada čak i za 2°C (2). Temperatura tijela značajno ovisi i o mišićnom radu te o krajnjoj temperaturi okoline. Kako bi se povisila temperatura tijela za približno 1°C, potrebno je pohraniti 0,83 kcal po kilogramu tjelesne težine, što znači da je za 70 kg tešku osobu, za povišenje temperature od 1°C, potrebno dodati 58 kcal topline (10).

Osoba kod koje je stvaranje topline jednako izdavanju, nalazi se u tzv. toplinskoj ravnoteži, a da bi to bilo ostvarivo u ravnoteži moraju biti čimbenici koji proizvode toplinu i mehanizmi izdavanja topline. Čimbenici stvaranja topline su: bazalni metabolizam svih stanica, povećan bazalni metabolizam zbog mišićne aktivnosti (uključujući i mišićno drhtanje), povećan metabolizam zbog djelovanja hormona tiroksina na stanice, povećan metabolizam zbog djelovanja noradrenalina i simpatičke stimulacije stanica, povećan metabolizam zbog povećane temperature stanica.

Mehanizmi izdavanja topline: radijacija (golo tijelo na sobnoj temperaturi zračenjem gubi 60%), kondukcija (direktno vođenjem u zrak -12%, na predmete -3%), evaporacija (znojenjem -25%) i konvekcija (strujanjem zraka). Svi ovi mehanizmi variraju ovisno o atmosferskim prilikama (10).

Kada temperatura tijela poraste iznad gornje normalne vrijednosti, neuroni osjetljivi na toplinu (preoptička jezgra prednjeg hipotalamusa) povećaju odašiljanje impulsa. Za ostvarivanje mehanizma povratne sprege moraju postojati detektori za temperaturu tijela, a to su kožni receptori za temperaturu (za toplo i hladno) koji odašilju impulse u leđnu moždinu i preko nje u hipotalamičku regiju mozga. Receptori za temperaturu postoje i u leđnoj moždini i u trbuhu.

Smanjenje unutarne temperature tijela ispod 37°C aktivira posebne mehanizme koji štede toplinu. Štednja topline ostvaruje se preko vazokonstrikcije u koži, piloerekcije i prestankom znojenja. Uvjetima smanjenja temperature tjelesnog „termostata“ u organizmu dolazi do povećanje produkcije topline jednim od tri osnovna načina povećanog stvaranja topline: podražaj na drhtanje, kemijska termogeneza, hlađenje preoptičke jezgre hipotalamusa.

U slučaju dehidracije organizma postoji direktno djelovanje na hipotalamički centar i podešavanje termoregulacijskog centra na višu razinu. Kod bakterijskog djelovanja postoji mala zadržka prije nego se stimulira termoregulacijski centar hipotalamusa, jer najprije makrofagi i leukociti moraju doći u kontakt s bakterijskim toksinima, da bi se stvorio endogeni pirogen.

## TJELESNA AKTIVNOST U TOPLIM UVJETIMA OKOLINE

Ljudski organizam sposoban je održati prilično konstantnu tjelesnu temperaturu i pored velikih raspona temperature okolina. Unutarnju temperaturu od 41 °C organizam može podnositi kratki vremenski period, a termoregulacijski poremećaji nastali na toj razini temperature nazivaju se hipertermija ili hiperpireksija.

Oslobađanje organizma od viška stvorene topline

Tjelesni napor rezultira povišenjem tjelesne temperature, a kao jedan od odgovora organizma, dolazi do pojave znojenja tj. evaporacije vode s površine kože. Znojenje se događa stalno, pa i za vrijeme mirovanja i spavanja. Isparavanjem znoja oduzima se toplina tijela (1g znoja oduzme oko 2.5kJ topline), a čovjek svakodnevno izgubi oko 500-600 ml/dan kroz neosjetno

isparavanje kroz kožu i pluća. U mirovanju čovjek gubi oko 20% topline isparavanjem dok tijekom treninga taj postotak se može povećati do 80-90%. U toplim uvjetima okoline znojenje je glavni mehanizam odavanja topline.

Porast tjelesne temperature te posljedična stimulacija simpatikusa izazvat će preraspodjelu krvi u krvnom optjecaju u periferiji (u koži) i započet će znojenje. Kombinacija direktnog gubljenja topline u okolinu i mehanizma znojenja dovoljna je da spriječi svaki veći porast tjelesne temperature kod zdravog sportaša i uz zadovoljavajući stupanj hidriranosti.

Tjelesna aktivnost u toploj okolini, a bez nadoknade tekućine brzo dovodi do dehidracije i smanjenog srčanog rada (pad udarnog volumena srca što povećava frekvenciju srca kako bi se odžao minutni volumen srca), smanjene cirkulacije u koži (cirkulacijski šok), a dehidracija, vjerovatno utječe i na podešenost termoregulacijskog centra u hipotalamusu na višu razinu, čime se smanjuje znojenje što stavlja organizam u zatvoreni krug jer dodatno smanjeno znojenje znatno umanjuje odavanje topline. Atletičar u toplim uvjetima gubi 1-2L tekućine na sat znojenjem, pa sve do 4L, a

isparavanjem 1L znoja gubi se približno 600 kcal što s odvija kroz 2-3 milijuna žlijezda znojnice (18).

- Pri blagom znojenju (manje od 1L/sat) većina natrija, klora i vode se reapsorbira, pa znoj uglavnom čine, ureja, mliječna kiselina i kalij.
- Pri srednjem znojenju (do 1L/sat) povećava se razina natrija i klora u znoju (na razinu od 50-60mmola/L, dok normalno iznosi 5mmol/L), a samim time i količina vode.
- Pri jakom znojenju (do 2-3L/sat) dolazi do drastičnog smanjenja razina natrija i klora u znoju.

U vlažnoj okolini, evaporacija je otežana, smanjena, da bi pri potpunoj zasićenosti zraka vlagom i potpuno prestala. Zato je kombinacija visoke temperature i visokog stupnja vlažnosti posebno opasna. Postoje indeksi koji procjenjuju stupanj rizika uključujući parametre efekta vlage, efekta sunčevog, odnosno zemljinog isijavanja topline, temperaturu zraka i brzinu vjetra kao npr. WBGT indeks (Tablica 1) tj. wet bulb globe temperature (3,12).

Tablica.1. Primjeri izračunavanja WBGT indeksa prema temperaturi i vlazi u zraku  
Table 1. WBGT index depends on humidity and air temperature

Hum T	90%	80%	70%	60%	50%	40%
26	29.5	28.8	27.1	27.2	26.6	26.1
29	38.3	35.5	33.3	32.2	30	28.8
32	49.4	45	40.5	37.2	34.4	32.2
35		56	50	45	40.5	36.6
38			61.1	53.9	47.7	42.7
40.5				64.4	56.1	49.4
43.3						57.2
26-32- moguć zamor uz duže izlaganje i tjelesnu aktivnost 32-40- moguć blaži i srednji oblik toplinske bolesti i iscrpljenost 40-54-, toplinski grčevi i bez aktivnosti, toplotni udar moguć > 54- toplotni udar neminovan i bez aktivnosti uz duže izlaganje						

Kada su svi mehanizmi termoregulacije zatajili, gubitak topline je onemogućen tako da tjelesna temperatura raste i doseže temperaturu okoline. Porast temperature povezan je sa razvojem toplinske bolesti. (18)

#### TOPLINSKA BOLEST

Klinička slika i težina stanja toplinske bolesti određeni su visinom unutarnje temperature tijela, godinama života, zdravstvenim stanjem, sposobnošću aklimatizacije na vrućinu, temperaturom okoline i vlažnošću zraka. Toplinska bolest klasificirana je u blagu, srednju i tešku:

- Blaga: toplinski umor, toplinski grč, toplinska sinkopa
- Srednje teška : toplinska iscrpljenost
- Teška: toplotni udar

#### Blaga toplinska bolest

Manifestira se najčešće kao umor i slabost (malaksalost), a ponekad je praćena glavoboljom. Javlja se u osoba koje se u uvjetima topla vremena jako znoje (češće u žena, a predisponirane su starije osobe koje uzimaju diuretike). Jako znojenje uz nedovoljnu nadoknadu tekućine izaziva hipovolemiju koja dodatno može biti potencirana perifernom vazodilatacijom, što dovodi do pomicanja vode iz intracelularnog prostora, na što su naročito osjetljive stanice mozga. Tada dolazi do dezorijentacije, glavobolje, mučnine, umora, osjećaja jake žeđi, pa i naglog gubitak svijesti.

Toplinsku sinkopu obilježava pojava nesvjesticke, obično odmah nakon prestanka aktivnosti. Pri sportskoj aktivnosti mišićna pumpa osigurava povratak krvi prema srcu, a prestankom akcije krv se sakuplja u donjim dijelovima tijela. Ovo stanje treba razlikovati od mnogo ozbiljnijeg oblika toplinske bolesti, a to je toplinski udar.

Toplinski grčevi se javljaju zbog poremećaja ravnoteže vode i elektrolita u organizmu i manifestiraju se akutnim poremećajem u skeletnoj muskulaturi, većinom u ekstremitetima i muskulaturi trbuha. Pojava povišene temperature okoline nije bitan preduvjet, a važniji su čimbenici rizika težak tjelesni napor i jako znojenje. Zbog profuznog znojenja dolazi do gubitka vode i elektrolita što potiče osjećaj žeđi. Unos vode bez soli izazvat će hiponatremiju izvanstanične tekućine, čime dolazi do prelaska izvanstanične tekućine u stanice, a mišićne stanice bubre što je ranije bilo poznato kao „trovanje vodom“. Grčevi se obično javljaju bez upozoravajućih simptoma, spastički su i jako bolni. Najizrazitiji su u listovima nogu, pa u abdominalnoj muskulaturi te u mišićima natkoljenice. Mogu se ponavljati i ponekad i duže potrajati, a rijetko se viđaju u starijih i fizički netreniranih osoba, jer one obično ne postizu takvu aktivnost koja bi izazvala tako profuzno znojenje.

Karakteristika blage toplinske bolesti je da se sportaš brzo oporavlja i dobro reagira na poduzete preventivne i terapijske mjere. U slučaju pojave tog oblika bolesti potrebno je ukloniti sportaša iz okoline gdje je izložen visokoj temperaturi i ukloniti ga od direktna djelovanja sunca, omogućiti mu odmor (polusjedeći položaj u početku, a slijedi horizontalni položaj, s podignutim nogama i zdjelicom iznad razine tijela).

Primjenjuje se oralno ili parenteralno davanje tekućine i elektrolita. Oralno se daju otopine glukoze i elektrolita, ukoliko ne povraća i ako je pri svijesti. U blažim slučajevima može piti slanu vodu (2 čajne žlice soli na pola litre vode), a primjenjuje se i led masaža zahvaćenog mišića.

Velika većina osoba pri razvoju jednog ili više simptoma blage toplinske bolesti reagira prilagodbom svoje aktivnosti i poduzet će aktivne mjere za smanjenje tjelesne temperature. Neki sportaši spremni su tolerirati ove simptome i nastavljaju trening. Simptomi se tada pogoršavaju i prelaze u simptome tjelesne iscrpljenosti pa sve do toplotnog udara.

### **Srednje teška toplinska bolest**

Povećanjem unutarnje temperature razvijaju se daljnji simptomi te se blagi oblik bolesti pretvara u teški. Pojavljuju se izraženi znakovi dezorijentacije (smetenost), parestezije, široke zjenice, povraćanje, vrtoglavica, hiperventilacija. Može se javiti i blagi pad krvnog tlaka i povećanje srčane akcije, a i izražen je osjećaj žeđi. Koža je znojna, a tjelesna temperatura najčešće je normalna. Ovaj stadij opisuje se kao toplinska iscrpljenost. U ovom slučaju je potrebno poduzeti trenutne korake za smanjenje tjelesne temperature. Ukoliko se nastavi s tjelesnom aktivnosti postoji rizik od gubitka svijesti.

Prekid aktivnosti je neizostavan, potrebno je izvršiti iznošenje sportaša iz tople okoline, provesti brzo hlađenje uz rehidraciju (vrijede terapijski postupci kao i za blagi oblik toplinske bolesti uz mogućnost potrebe za asistiranom respiracijom). U protivnom, stanje može progredirati prema toplotnom udaru.

Treba napomenuti da kod vrućeg, vlažnog vremena može doći i do pojave osipa zbog iritacije kože uslijed preobilnog znojenja. Najčešće ih viđamo kod male djece. Osip se tada manifestira kao nakupina crvenih prištića ili

malih plikova a lokaliziran je većinom na vratu ili gornjem dijelu prsa, ispod grudi, unutarnjem dijelu lakta i na preponama.

### **Teška toplinska bolest**

Toplotni udar (siriasis) hitno je medicinsko stanje sa smrtnošću do 80%. Provokativni faktori su povišena temperatura okoline i povišena količina vlage u zraku. Zbog hiperpireksije pojačava se katabolizam što dodatno povećava produkciju topline uz staničnu hipoksiju, metabolitičku acidozu te oštećenje stanica(5). To će se najprije odraziti na CNS i kardiovaskularni sustav u obliku konvulzija, hipotenzije i kardijalnog aresta.

Skupine koje su posebno izložene riziku čine starije osobe, pretili, alkoholičari, osobe loše tjelesne pripremljenosti, ali i vrlo mlade osobe posebno ako su neklimatizirane na toplinu. Ponavljamo da dehidracija potencira rizik od toplinske bolesti, kao i diuretici i antidepresivi. Toplotni udar je moguć i kod nedovoljno treniranih i nedovoljno educiranih trkača koji ne uočavaju ili ignoriraju upozoravajuće simptome kao i kod maratonaca kada u finišu trke pokušaju povećati brzinu što aktivira dodatno oslobađanje energije u anaerobnom glikolitičkom sustavu pa se nekoliko minuta nakon pojačanog intenziteta trčanja može pojaviti stanje toplotnog udara.

Tjelesni napor visokog intenziteta u nepovoljnim uvjetima okoline (vlažnost, nepropusna odjeća) kumulira toplinu koja može podizati temperaturu za 0,3°C/ min, tako da se toplotni udar može pojaviti već za 15–tak minuta. U 10 godina, od 1961. do 1971.g. umrlo je 46 američkih nogometaša od toplotnog udara, a isti je kao uzrok smrtnosti američkih atletičara bio na drugom mjestu iza ozljeda glave i kralješnice(14). Procjenjuje se i da je val vrućine u Francuskoj 2003.g., prouzročio više od 11.000 smrtnih slučajeva, posebno kod starijih osoba(9).

Kliničkom slikom teškog oblika bolesti dominiraju hipertermija, promjena cerebralne funkcije, hipohidroza, a rektalna temperatura u bolesnika s toplotnim udarom obično je 41 do 43°C. Kod maratonaca je rektalnim mjerenjem zabilježena i temperatura do 41,9°C bez pojave toplotnog udara.

U klasičnom smislu toplotni udar kod starijih osoba javlja se sa svim prodromalnim simptomima uz postupni gubitak svijesti. U mlađih osoba toplotni udar se javlja naglo (što je inače karakteristika toplinske iscrpljenosti), uz crvenu, toplu i suhu kožu. Sumnju na toplotni udar mora izazvati svako nesvjesno stanje uz visoku tjelesnu temperaturu (rektalna temperatura viša od 41°C) u uvjetima visoke temperature okoline, intenzivni tjelesni napor, toplu suhu kožu, poremećaj SZS-a, hipotenziju i tahikardiju.

Mogu se očekivati komplikacije u vidu plućnog edema, srčanog infarkta, aritmije, gastrointestinalnog krvarenja. Moguć je i poremećaj koagulacije zato što visoka temperatura inaktivira faktore zgrušavanja tj. javlja se potrošna koagulopatija. Neurološke komplikacije prisutne su kao konvulzije, moždani udar i koma. Rhabdomioliza označava „topljenje“ mišića zbog pucanja mišićnih membrana i češća je u netreniranih osoba. Mioglobin izlazi iz miocita u krvotok uz izazivanje akutne renalne insuficijencije, a mišići su otečeni i bolni,

tjestaste konzistencije te je prisutna i mišićna slabost. Urin u tom slučaju sadrži miogloblin što mu daje smeđu boju i granulirani talog.

### **Principi liječenja u bolesnika sa toplotnim udarom**

Pristupa se hitnom sniženju tjelesne temperature jer ukoliko zataji mehanizam termoregulacije, nema spontanog izlječenja. Najprije provodimo standardne metode: skidanje odjeće, škropljene vodom i evaporacija, uranjanje u kadu s hladnom vodom (od 16 do 18°C – jer suviše hladna voda izaziva vazokonstrukciju), pokrivanje mokrim plaktama, ispiranje tijela spužvom namočena u hladnoj vodi (7).

Površina tijela može se prskati i vodenim sprejem uz primjenu ventilatora, a u posebnim centrima hitne službe bolesnik se nalazi gol u visećoj mreži, a tijelo se prska raspršivačem na 15°C, u aksili i preponama postavljaju se vrećice s ledom (6,15). U ambulatnim uvjetima mogu se koristiti hladne klizme, lavaža želuca hladnom vodom dok se u bolničkim uvjetima može provesti i peritonealna lavaža. Sa postupcima hlađenja prekida se kada je rektalno mjerena temperatura tijela 38°C.

Suzbijanje grčeva važno je, jer drhtanjem (tremorom) i kontrakcijom mišića dolazi do stvaranja povećane produkcije topline. Moguće je koristiti preparate klorpromazina protiv tremora i diazepam protiv konvulzija. Kisik se u terapiji može također koristiti, jer povišena temperatura pojačava metabolizam, a time se pojačava i potrošnja kisika.

Iako uloga histaminskih receptora u centralnom mehanizmu termoregulacije nije do kraja razjašnjena, pokazalo se korisnim davanje antihistaminika uz redukciju želučane kiseline (antagonisti H2 receptora-cimetidin, ranitidin) jer se tim postupcima povećala otpornost organizama izloženog toplotnom udaru, povećavaju toleranciju na stres izazvan ekstremnom toplinom, čemu u posebnim okolnostima mogu biti izloženi atletičari, vojnici i pojedini radnici (13,16).

Rehidraciju je potrebno oprezno provoditi, jer se prevelikom unosom vode može izazvati edem pluća. Jednokratno davanje tekućine nesmije biti veće od 300 do 400 ml zbog opasnosti od akutne dilatacije želuca. Prehospitalno kod jače hipotenzije i hipovolemije daje se fiziološka otopina 1200 do 1400 ml u prva 4 sata. Ako je bolesnik narušene svijesti dajemo intravensku rehidraciju s pothlađenom i.v. izotoničnom otopinom (postavlja se široka kanila i prvu litru tekućine dajemo što prije). Bolesnika u nesvjesnom stanju hitno transportiramo (uključena i intubacija) i u kardiopulmološkoj jedinici vršimo asistiranu ventilaciju, kateterizaciju (praćenje diureze), uz nadomještanje tekućine i korekciju elektrolita.

### **PRILAGODBA NA TOPLINU**

Smatra se da je potrebno provesti najmanje 2 tjedna u mjestu natjecanja u okolnostima sličnim onima u kojima će se održati natjecanje. Tijekom tog perioda treba se provoditi intenzivan trening, a normalni uvjeti okoline trebali bi se ograničiti samo na noćno spavanje. Maksimalna aklimatizacija postiže se kada je sportaš izložen uvjetima okoline cjelodnevno (11), a efekt aklimatizacije je smanjen, ako je sporaš izložen datim

uvjetima samo za vrijeme treninga. Prilagodbe organizma se ostvaruju pojačanim znojenjem, a način adaptacije znojenja je prerani nastup znojenja i pojačano razrjeđenje znoja (17).

Pri adaptaciji na toplinu, tjedan ili dva prije natjecanja, sportaši smanjuju intenzitet treninga što smanjuje efekt aklimatizacije. Ukoliko se ne uspije savladati prilagodba, potrebno je provoditi trening većeg intenziteta (1).

Trening u zagrijanoj prostoriji 3-4 sata dnevno prije odlaska na natjecanje koristi se kao nadopuna, a ne kao prava adaptacija, a nošenje nepropusne odjeće za vrijeme treninga može samo blago doprinijeti aklimatizaciji (2). Također moguće je provoditi prilagodbu nošenjem lagane odjeće koja nije usko pripijena uz tijelo (ne atletiske trikoe u prvim fazama adaptacije) pri maksimalnom tjelesnom naporu, tako da je omogućeno optimalno isparavanje, kao i odjeće svjetlijih boja ali bi trebalo izbjegavati tjelesnu aktivnost bez odjeće (4,19). Odsutnost prilagodbe nastupa kada se putuje u topla klimatska područja (kao što se događa kad obično sportaši s jedne hemisfere putuju na trening ili natjecanja na drugu hemisferu) neposredno prije velikog natjecanja. Ljudi crne boje kože koji žive u Africi pri hipertermičkim uvjetima nemaju veći adaptacijski kapacitet nego stanovnici koji žive u područjima s umjerenijom klimom. Oni imaju prednost od svega nekoliko dana, jer se nešto brže prilagođavaju. Ova vremenska prednost u daljnjem prilagođavanju ne uvjetuje veću efikasnost niti na fizičkom, niti na psihičkom planu (17).

### **DIFERENCIJALNA DIJAGNOZA**

Uzroci kolapsa pri vježbanju u toplim uvjetima mogu biti i hiponatremija, a to se stanje može klinički često zamijeniti s toplotnim udarom. Hiponatremija manifestira se znacima smanjenog intravenskog tlaka, smanjenog krvnog tlaka, povećanog pulsa, slabosti i nespjesticke.

Hipoglikemije mogu također upućivati na toplinsku bolest kod dijabetičara s prevelikom unosom inzulina, slabijim unosom ugljikohidrata ili povećanim unosom alkohola prije natjecanja ili tjelesne aktivnosti. Od ostalih stanja koja se mogu zamijeniti s toplinskom bolesti treba navesti još neke;

- Hipotermija (npr. spori atletičari na iscrpljujućem natjecanju)
- Toksične droge (kokain, amfetamin, ecstasy)
- Ishemična bolest srca (obratiti pažnju na prethodnu anamnezu, obiteljsku anamnezu, profil rizikosti)
- Moždani udar (stariji sportaši, atletičari sa hipertenzijom)
- Konvulzije i kome (epilepsija, ozljede glave)
- Ozljede glave (kontakti sportovi)
- Malaria (anamnestički analizirati povijest putovanja)
- Maligna hiperpireksija (anamnestički podaci o ev. prethodnoj inhalaciji anestetika)
- Neuroleptički maligni sindrom (prethodno uzimanje antipsihotika, serotoninški sy.)

## PREVENCIJA- POSTUPCI U SPRJEČAVANJU TOPLINSKE BOLESTI

Opća tjelesna pripremljenost sportaša uz odgovarajuće provedenu aklimatizaciju je osnovni uvjet za uspješno provođenje prevencije. Od strane organizatora mora se pokušati osigurati natjecanje u najpovoljnije doba dana dok sam sportaš mora izbjegavati treniranje u najtoplijem dijelu dana osim ako ne očekuje natjecanje upravo u tom terminu. Nošenje prozračne svijetle odjeće (materijali sa širokim porama i mrežastom strukturom) može biti od koristi za vrijeme aklimatizacije, ali treba imati na umu da aktivnost bez odjeće omogućava veći gubitak topline znojenjem, ali se povećava dobivanje topline iz okoline.

Primjerena hidracija organizma je neophodna što podrazumijeva kontrolu unosa i iznosa tekućine urinom. Ppotvrda dobre hidracije unutar 24-48 h je praćenje diureze i boje urina koja mora biti svijetla i prozirna. Ovisno o vrsti aktivnosti preporuka je uzimanje 500 ml tekućine pola sata prije aktivnosti u toplim uvjetima, dok se za vozače Formule 1 provodi specifičan režim unosa tekućine od jutra na dan natjecanja jer je gubitak tekućine za vrijeme utrke nekoliko litara.

Za vrijeme tjelesne aktivnosti unos tekućine mora biti dobro distribuiran kako ne bi došlo do preopterećivanja želuca i smetnji prilikom same aktivnosti. U toplim uvjetima je potrebno unositi tekućinu u pravilnim intervalima (150 -200 ml svakih 15 minuta), što se mora provoditi i na treninzima kako bi se savladala tehnika i navika pijenja. Ukoliko vježbe traju do jedan sat čista

voda je dovoljna za nadoknadu tekućine, dok se za duže napore daje razrijeđena glukoza i otopina elektrolita, iako o tome postoje brojne teorije što nije tema ovog rada.

## ZAKLJUČAK

Kako temperaturu tijela nadziru složeni termoregulacijski kontrolni mehanizmi temperatura tijela ovisi o mišićnom radu te o krajnjoj temperaturi okoline. Ljudi obituju u različitim klimatskim uvjetima i moraju se prilagođavati različitim rasponima temperature okoline bilo one dnevne ili ovisne o godišnjem dobu, a važan mehanizam kontrole temperature ostvaruje se putem prikladnog ponašanja. Za vrijeme aklimatizacije na toplinu prilagodbe se ostvaruju pojačanim znojenjem, a način adaptacije znojenja je prerani nastup znojenja i pojačano razrjeđenje znoja.

Prvi simptomi toplinske bolesti se nikako ne smiju zanemarivati jer njihovo ignoriranje dovodi do težih oblika bolesti. Edukacija sportaša, trenera, organizatora kao i sportskih liječnika je preduvjet za dobru prevenciju. Trener i natjecatelj moraju ne samo za vrijeme natjecanja, već i u fazi pripreme (adaptacije) provesti sve potrebne mjere prilagodbe i poduzeti adekvatne mjere zaštite i ne smije zanemarivati činjenicu da i dobro tjelesno pripremljeni sportaš koji pokušava u neprimjereno vrućim uvjetima okoline bez prilagodbe zadržati i dalje visok intenzitet, volumen i frekvenciju treninga može podleći pokretanju ireverzibilnih procesa koji mogu dovesti do narušavanja zdravlja ali i letalnog ishoda.

## Literatura

1. Armstrong LE. The induction and decay of heat acclimatization in trained athletes. *Sports Medicine* 1991;12:302-12.
2. Armstrong LE et al. Heat acclimatization during summer running in the northeastern United States. *Med Sci Sports Exerc* 1987;19(2):131.
3. Arnheim D, Prentice W.M.D. Principles of athletic training In: Environmental Considerations St.Louis, Missouri: McGraw-Hill,1997:263-81.
4. Barrow MW. Heat-Related Illness. *American Family Physician* 1998;58(3):749-56.
5. Bouchama A, De Vol EB. Acid-base alterations in heatstroke. *Intensive Care Med.* 2001;27(4):680-5.
6. Casa DJ, McDermott BP, Lee EC. Cold water immersion: the gold standard for exertional heatstroke treatment. *Exerc Sport Sci Rev* 2007;35(3):141-91.
7. Glazer JL. Management of heatstroke and heat exhaustion. *Am Fam Physician* 2005; 71(11):2133-40.
8. Golinick PD. Metabolism of substrates: Energy substrates metabolism during exercise and as modified by training. *Fed Proc* 1985; 44:353.
9. Grynspan D. Lessons from the French heatwave. *Lancet* 2003;362(9391):1169-70
10. Guyton MD. Medicinska fiziologija U: Temperatura tijela, regulacija temperature i vrućica. Beograd-Zagreb: Medicinska knjiga, 1978:965-78.
11. Inbar O. Exercise and heat. In: Welsh RP, Shephard RJ, eds: *Current therapy in sports medicine 1985-1986*, Philadelphia,1985,Decker.
12. Mellion MB. Safe Exercise in the Heat and Heat Injuries. U: Mellion WW, Shelton GL.*The Team Physician's Handbook*. Philadelphia: Hanley and Belfus,1997:151-65.
13. Patnaik R, Mohanty S, Sharma, H S. Blockade of histamine H2 receptors attenuate blood-brain barrier permeability, cerebral blood flow disturbances, edema formation and cell reactions following hyperthermic brain injury in the rat. *Acta Neurochir Suppl.* 2000;76:535-9.
14. Sandor RP. Sandor RP. Heat illness. *Physician Sportsmed* 1997;25:35-40.
15. Smith JE. Cooling methods used in the treatment of exertional heat illness. *J Sports Med.* 2005;39(8):503-7.
16. Sharma HS, Cervos-Navarro J. Role of histamine in pathophysiology of heat stress in rats. *Agents Actions Suppl.* 1991;33:97-102.
17. Tadžer I. Opšta patološka fiziologija U: Djelovanje termičkog faktora. Beograd-Zagreb, Medicinska knjiga, 1976:63-97.
18. Vnuk V. Urgentna medicina- prehospitalni postupak. Zagreb: Alfa,2001.:217-22.
19. Werner J. Temperature Regulation During Exercise. U: Gisolfi C, Nadel ER. *Exercise, Heat, and Thermoregulation*. Dubuque: Brown and Benchmark,1993: 49-77.