

9. VLIVY ZE VNÍHO PROSTŘEDÍ NA VÝKONNOST

9.1 Vliv vysokohorského prostředí

Výška představuje hypobarické prostředí. Se stoupající nadmořskou výškou klesá atmosférický tlak vzduchu. Ačkoli procentuální obsah plynů ve vdechovaném vzduchu zůstává konstantní, parciální tlak (částečný, dílčí) každého z nich s narůstající výškou rovněž klesá. Na úrovni hladiny moře je parciální tlak kyslíku 159 mmHg, ve výšce kolem 3000 m klesá asi na 50 mmHg. Nízký parciální tlak kyslíku nepříznivě ovlivňuje přechod kyslíku z plicních sklípků do kapilár malého krevního oběhu (difúzi) i transport kyslíku ke tkáním. Dochází k nedostatku kyslíku ve tkáních – hypoxii. Navíc je pro vysokohorské prostředí charakteristický pokles teploty asi o 1 stupeň Celsia na každých 150 m výšky (Wilmore, 2004) a je typické zvýšení intenzity ultrafialového záření asi o 20 – 30 % na 1000 m výšky (Dovalil, 2002). Tyto skutečnosti mohou také působit nepříznivě.

Z hlediska sportovní výkonnosti a tréninku se výška 1500 – 3000 m považuje za vyšší. Má již výrazný fyziologický dopad na výkonnost. Za optimální z hlediska přípravy sportovců ve vysokohorském prostředí je považována výška kolem 2000 m. V současné době se význam vysokohorského tréninku spojuje se specializacemi, při nichž výkon trvá déle než 90 s (Dovalil, 2002).

9.1.1 Reakce

Hypoxické podmínky ve vyšších výškách ovlivňují mnoho fyziologických reakcí lidského organismu. Je významně narušen difúzní gradient, který podmiňuje směnu kyslíku mezi krví a aktivními tkáněmi. Je sníženo sycení (saturace) hemoglobinu kyslíkem. Organismus se snaží aktivací regulačních mechanismů přísun kyslíku zvýšit. Plicní ventilace (dýchání) se ve vyšších výškách urychluje v klidu i při fyzické zátěži (hyperventilace). Tento stav vede ke ztrátám CO₂, může vést k respirační alkalóze a následnému poklesu dráždivosti dýchacího centra a snížení ventilace. Zvyšuje se srdeční frekvence i minutový objem srdeční. Od prvních několika hodin se snižuje objem plazmy, tím dochází ke zvýšené koncentraci červených krvinek, která dovoluje větší přenos kyslíku na jednotku krve, a tím částečně kompenzuje sníženou dodávku kyslíku. Maximální spotřeba kyslíku se snižuje proporcionálně se snížením atmosférického tlaku.

9.1.2 Adaptce (Aklimatizace)

Adaptace na vyšší nadmořskou výšku je komplexní proces, který trvá několik týdnů. Rychlost adaptačních změn je na výšce závislá. Postupně se zvyšuje kapacita transportního systému pro kyslík. Zvyšuje se počet erytrocytů, stoupá množství hemoglobinu i svalového myoglobinu, který podporuje transport kyslíku a zároveň slouží jako kyslíková rezerva. Zvyšuje se počet mitochondrií i aktivita oxidativních enzymů v nich. Zlepšuje se prokrvení tkání cévami (vaskularizace). Zvyšuje se hodnota vitální kapacity plic, srdeční frekvence i krevní tlak klesají (Havlíčková, 2004).

Vlastní proces adaptace lze rozdělit do tří fází. Úvodní fáze trvá kolem 3 – 8 dnů, je bezprostřední reakcí na hypoxii a projevuje se snížením fyzické i psychické výkonnosti organismu. Poté bývá „příjezdová únava“ nahrazena krátkodobou euforií se zvýšením sebedůvěry. Fyzická výkonnost se zvyšuje, tato fáze trvá asi 8 dnů. Přibližně kolem 16. dne pobytu začíná třetí fáze s komplexním přizpůsobením se organismu na dlouhotrvající hypoxii. Plná výkonnost se dostaví až ve 4. týdnu pobytu ve vysokohorském prostředí (Dovalil, 2002). Po návratu do nižších nadmořských výšek se zlepšuje výkonnost při vytrvalostních výkonech výrazně po dobu 2 týdnů, mizí po uplynutí asi 2 měsíců (Havlíčková, 2004). V důsledku reaklimatizačních změn však může nejčastěji mezi 4. až 10. dnem dojít k výkonnostní depresi .

9.1.3 Výšková nemoc

Je soubor příznaků, který se vyskytuje u jedinců při pobytu v nadmořské výšce, na kterou nejsou adaptováni. Závažnost projevů stoupá s nadmořskou výškou a rychlostí jaké bylo této výšky dosaženo. Lze rozlišit akutní a chronické formy. Akutní horská nemoc (obvykle nad 1500 m) se projevuje bolestmi hlavy, podrážděností, poruchami vidění, nevolností zvracením, nechutenstvím, snížením hmotnosti, závratí, urychlením srdeční frekvence a frekvence dýchání. Nejzávažnějšími formami může být náhlým snížením atmosférického tlaku vzduchu vyvolaný otok plic (obvykle nad 2500 m) a otok mozku (obvykle na 4000 m) s výraznými obtížemi a s bezprostředním nebezpečím smrti. Je nutná bezodkladná léčba. U chronické nemoci přetrvávají poruchy zraku, letargie, zhoršují se duševní funkce (nekritičnost, podceňování nebezpečí). Jedince je nutné dopravit do nižší výšky (Novotný, 2003).

9.2 Vliv zvýšené teploty prostředí

Člověk patří k teplokrevným (homoioterním) živočichům, u nichž je teplota nitra těla (jádra) udržována na 37 stupních Celsia. Konstantní udržování je možné pouze, je-li produkce tepla v rovnováze s jeho výdejem. To je umožněno systémem řízení tělesné teploty různými regulačními mechanismy – termoregulací. Teplota těla závisí na tvorbě tepla a na faktorech zevního prostředí.

9.2.1 Tvorba tepla

Za klidových podmínek se na produkci tepla více než z jedné poloviny podílejí vnitřní orgány, svaly a kůže pouze z jedné pětiny.

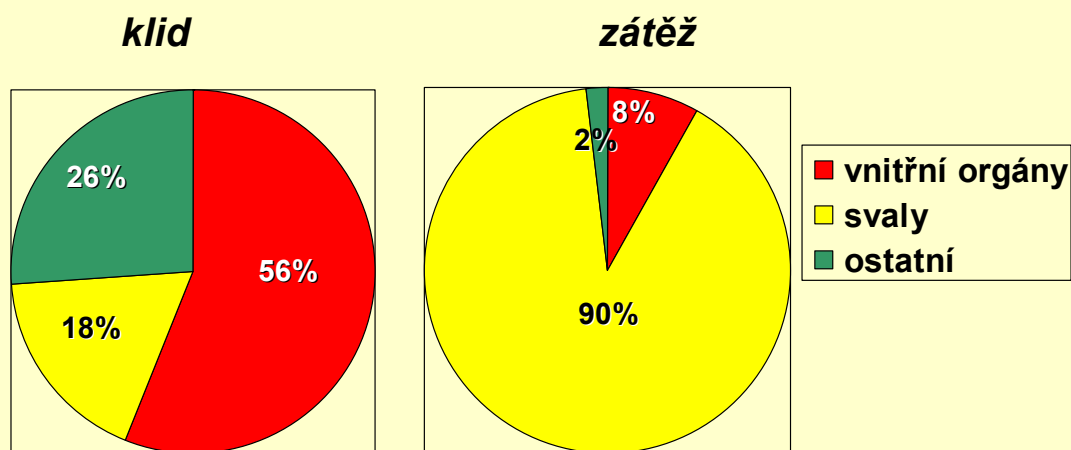
Při intenzivní fyzické zátěži je tvorba tepla mnohonásobně vyšší, pracující svaly se na jeho produkci podílejí až 90%. Ve svalech vzniká 15 – 20x více tepla než při metabolismu v klidu. Pro mechanickou práci se využívá pouze 20% chemické energie, 80% energie se uvolňuje ve formě tepla. Když je teplota okolí větší než teplota kůže, stává se významným příjmem tepla z vnějšího prostředí. Když je předmět v okolí teplejší než kůže, tělo od něj přijímá teplo zářením. Existuje přímo úměrná závislost mezi intenzitou pohybové zátěže (vyjádřenou příjmem kyslíku) a mezi tělesnou teplotou. (Silbernagl, 1993; Havlíčková, 2004).

9.2.2 Tepelné ztráty

Na výdeji tepla se podílí tepelné záření, kdy kůže vydává tepelné paprsky směrem ke chladnějšímu předmětu. Je-li vzduch chladnější než kůže, dochází ke ztrátám tepla z kůže vedením do okolního vzduchu. Je-li z povrchu kůže tepelná vrstvička odstraňována proudem vzduchu – konvekcí, jsou tepelné ztráty výraznější. Při tělesných aktivitách vyšších intenzit tyto termoregulační mechanismy nepostačují a teplo musí být odstraňováno pomocí odpařování vody, která se na povrch těla dostává jednak difuzí (perspiratio insensibilis), jednak vegetativními nervy regulovanými potními žlázami (Silbernagl, 1993).

Transformace energie při zátěži:

20% mechanická práce,
80% teplo



Obr. č. 20 Relativní podíl jednotlivých orgánů na produkci tepla v klidu a při zátěži

Ideální teplota zevního prostředí pro svlečeného člověka v klidových podmínkách je 28°C, pro lehce pracujícího 25°C, pro delší zatížení vytrvalostního charakteru 15°C. Zvýšení teploty na 29°C by mělo být, v rámci prevence poškození organismu, důvodem pro přerušování všech sportovních soutěží, teplota nad 27°C důvodem pro přerušování závodů na dlouhých tratích (Havlíčková, 2004).

9.2.3 Reakce organismu na zvýšení teploty zevního prostředí

Teplo vytvořené uvnitř těla ohřívá krev a je transportováno k povrchu těla. Pro toto vnitřní tepelné proudění ke kůži je rozhodující především prokrvení kůže, které se při vyšší teplotě zevního prostředí zvyšuje rozšířením cévního kožního řečiště. Aktivace potních žláz vede k produkci potu, které se může blížit hodnotám 10 – 12 litrů za den (Havlíčková, 2004). Ztráty vody v horkém prostředí mohou být 1 až 5 litrů za hodinu. Při pocení dochází také ke ztrátám iontů, především Na, Cl, K, Mg. Při ztrátách vody kolem 2% hmotnosti se dostavuje pocit žízně, přesáhnou-li ztráty 6% hmotnosti, je výkon přerušován. Šokový stav při přehřátí

organismu s poškozením mozku, ledvin, jater se označuje jako úpal. Úžeh vzniká přímým působením slunečního záření.

9.2.4 Adaptace organismu na zvýšení teploty zevního prostředí

I normální trénink při normálních teplotách zvyšuje odolnost proti horku. Adaptace organismu se projevuje větší efektivitou termoregulačních mechanismů. Intenzita pocení se zvyšuje, koncentrace iontů v potu se však snižuje. Adaptovaní jedinci se začínají potit dříve, jejich teplota je oproti neadaptovaným při stejné intenzitě zátěže nižší, stejně tak reakce krevního oběhu vyjádřená srdeční frekvencí. Pocit žízně se dostavuje dříve než u netrénovaných. Adaptovaní jedinci jsou schopni podávat sportovní výkon delší dobu. Adaptační mechanismy se rozvíjejí po 8 – 10 dnech expozice vyšším teplotám za předpokladu soustavného doplňování tekutin. Adaptace na teplo se ztrácí po 2 – 3 týdnech po opuštění teplého prostředí.

9.3 Vliv snížené teploty prostředí

Klesá-li tělesná teplota, je výdej tepla omezen, dochází k zúžení cév (vazokonstrikci), která zamezuje zvýšeným ztrátám tepla sáláním a vedením. Zvyšuje však i periferní cévní odpor, a tím i krevní tlak, mírně se zvyšuje srdeční frekvence. Produkce tepla se zvyšuje až na čtyřnásobek základní hodnoty. Hlavními mechanismy jsou volní svalová aktivita a svalový třes, začíná-li klesat teplota jádra. Nízké teploty zevního prostředí (–5 až –20°C) vedou k poklesu aktivity oxidativních enzymů, a tím ke snížení schopnosti vytrvalostního aerobního výkonu. Dochází však i k poklesu svalové síly. Při poklesu teploty „jádra“ pod 35°C dominuje třes, z psychických změn euforie, později dezorientace, halucinace. Při teplotě jádra pod 30°C bezvědomí. Při poklesu pod 28°C selhání krevního oběhu a smrt (Havlíčková, 2004).