

612.014.461:355.54:614.873

PITNÝ REŽIM V HORKÉM PROSTŘEDÍ

František BÍLEK

Ústřední vojenský zdravotní ústav, Praha

Souhrn

Několik případů „otravy vodou“ v U.S. Army vyvolalo potřebu novelizace stávajících směrnic americké armády stanovujících určitý režim příjmu tekutin k udržení výkonu a minimalizaci ztrát z příčin přehřátí. V roce 1997 byla zahájena studie U.S. Army Research Institute of Environmental Medicine zaměřená na doporučení pro výcvik v horkém prostředí. Výsledkem této studie jsou změny v doporučeních pro náhradu tekutin založených na produkci potu. Tato doporučení budou shrnuta do přehledné tabulky, která bude poskytnuta velitelům jako vhodný časový rozvrh práce a přívodu tekutin při výcviku v prostředí s vysokou teplotou vzduchu. Vojenské předpisy AČR řeší tuto problematiku nedostatečně. Při novelizaci těchto předpisů by se měly vzít v úvahu závěry výše uvedené studie a využít je při stanovení nových norem spotřeby vody v mírném klimatu a při vysokých teplotách prostředí s přihlédnutím k intenzitě výcviku.

Klíčová slova: Pitný režim; Hyperhydratace; Tekutiny; Teplota prostředí; Otrava vodou.

Fluid Replacement Guidelines for Hot Environments

Summary

A few cases of water poisoning in the U.S. Army caused a need to amend the present guidelines of the U.S. Army which specify a certain regimen of fluid intake to maintain the performance of soldiers and to minimize casualties due to hyperthermia. In 1997 a study by the U.S. Army Research Institute of Environmental Medicine focused on recommendations for training in hot environments was launched. The result of this study are changes in recommendations for the replacement of liquids based on the production of perspiration. These recommendations will be summarized into a well-arranged table which will be available for commanders as a suitable time schedule of work and fluid intake during training in environments with high air temperatures. Czech Army regulations solve this problem in an insufficient way. During the amendment of these regulations, the results of the above-mentioned study should be taken into account and used for determination of new standards of water consumption in mild climates and during high temperatures of the environment taking into consideration the intensity of training.

Key words: Fluid replacement guidelines; Overhydration; Fluid; Air temperature; Water poisoning.

Úvod

Množství vody potřebné pro udržení vodní rovnováhy (euhydrace) je úměrné tělesné hmotnosti, množství tělesného tuku, úrovni metabolismu a klimatickým podmínkám. Zvýšená fyzická námaha, vysoká teplota prostředí nebo obojí mohou vést ke ztrátě vody potem až v množství 2 litrů za hodinu. Pokud se nezvýší přívod vody, mohou takové vysoké ztráty končit fatálně. Vztah mezi příjmem vody, tělesnou aktivitou a teplotou prostředí pro standardního muže vyjadřuje tabulka 1. Spotřeba vody kolísá od 1,2 litrů pro motorizovaný přesun v arktických podmínkách až po 17,6 litrů při těžké práci za vysoké teploty. Ztráta vody odpovídající

2 % tělesné hmotnosti indikuje, že nastává stav hypohydratace, ztráta 5-10 % ohrožuje zdraví a snižuje výkonnost. Ztráty 15-25 % jsou fatální (první v horkém, druhá v chladném počasí). Kompenzační fyziologické mechanismy nejsou schopny zvládnout takovou dehydrataci. Na hypohydrataci není možná adaptace typu aklimatizace. I když je populární praktika omezovat vojákům přísun vody při výcviku, aby zvládli potíže dehydratace, je tato praktika z fyziologického hlediska nepřijatelná. K předcházení dehydrataci je třeba po dobu vystavení stresu z horka pít 100-200 ml vody několikrát za hodinu. Údaje uvedené v tomto odstavci a tabulce 1 uvádějí doporučení výzkumné skupiny nutričních aspektů sestavené z odborníků 8 zemí NATO. Tato

skupina byla ustanovena roku 1981 a výše uvedené výsledky získané v letech 1982-1987 byly shrnuty do výživových doporučení Military Nutrition (3). Poslední poznatky o příjmu tekutin za vysokých teplot, které budou uvedeny dále, se však od doporučení Military Nutrition liší.

Tabulka 1

Požadavky na denní přísun vody (v litrech) za různých aktivit a teplot ovzduší (relativní vlhkost do 45 %)
(Military Nutrition)

Aktivita	Průměrná denní teplota ve stupních Celsia					
	16	21	27	32	38	43
Těžká práce 8 hod. ve dne	3,5	5,0	10,5	15	-	-
Těžká práce 8 hod. v noci	2,0	2,5	4,0	7,0	10,5	14,5
Odpočinek ve stínu	1,75	2,0	3,0	5,5	8,75	12,5

Riziko „otravy vodou“

Několik studií za posledních 15 let popisuje hyponatrémii jako výsledek nadměrného přívodu vody u vojáků, turistů a atletů během vytrvalostních závodů. Vysoká míra příjmu tekutin je přisuzována jejich snaze zabránit přehřátí. U.S. Army přijala směrnice stanovující určitý režim příjmu tekutin k udržení výkonu a minimalizaci rizika ztrát z příčin přehřátí. Jak vojáci zvyšují svůj příjem tekutin, zvyšuje se u nich i riziko hyponatrémie.

Potenciální život ohrožující komplikací je akutní „otrava vodou“. Symptomy tohoto syndromu z nadměrného příjmu tekutin mohou připomínat symptomy hypertermie, což vede k neblahým pokusům léčit podáním většího množství tekutin a následnému rozvoji cerebrálního a pulmonálního edému.

Popis následujícího případu ilustruje, jak velká snaha o hydrataci vojáků v základním výcviku vedla k první smrtelné intoxikaci vodou u vojáka U.S. Army.

Jednalo se o 18letého vojáka eskymáckého původu, který byl 4. týden v základním výcviku. Byl naprosto zdravý a jeho anamnéza byla bezvýznamná. Neužíval žádné léky. Ráno absolvoval rozcvičku a snědl kompletní snídani. Po probuzení vypil 1 kvart (přibližný objem polní láhve = 1,13 l) vody, další pak po rozcvičce a ještě jeden před odjezdem na střelnici v 8.45 h. Během výcviku se

silně potil a vypil další dvě polní láhve vody. Globe-teplota (teplota, která je ukazatelem konvekčního a sálavého tepla) vystoupila na 37 °C. Zbledl a stěžoval si na silnou žízeň. Vypil další tři polní láhve vody. Potom poprvé zvrátil. V 11.00 h si stěžoval na závrať, „pulsování“ v hlavě a nauzeu. Poradili mu, aby si odpočinul ve stínu a vypil další dvě láhve vody. Močil pouze jedenkrát od té doby, co odjeli na střelnici. Ve 12.30 h vystoupila globe-teplota na 48 °C, nejvýše v tom roce. Voják se dál profuzně potil a pil podle směrnice každých 30 min jednu polní láhev vody (v prevenci přehřátí je v U.S. Army zaveden určitý režim přívodu tekutin, cyklu práce a odpočinku při různých teplotách prostředí). Ve 12.50 h měl postižený voják nestabilní chůzi, narůstala jeho zmatenost a letargie. Ve 14.00 h bylo již obtížné udržet ho při vědomí. Byla mu zavedena intravenózní kanyla se solným roztokem a byl transportován do nemocnice. Cestou ztratil vědomí a na příjem pohotovosti ho přivezli v akutní respirační tísní. Systolický tlak byl 115 mm Hg (diastolický tlak nebyl naměřen), tepová frekvence 132/min, dechová frekvence 12/min a teplota 33,1 °C. Postupně se rozvinula sepsa a diseminovaná intravaskulární koagulace. O několik dnů později došlo k zástavě srdce.

Výše uvedený příklad a dostatek epidemiologických důkazů vzrůstající incidence vodní intoxikace v průběhu vojenského výcviku vyvolal tlak na změnu doporučení náhrady tekutin pro výcvik vojáků U.S. Army za vysokých teplot prostředí. Stávající směrnice pro doporučení náhrady tekutin zdůrazňují náhradu tekutin během výcviku v horkém prostředí pro prevenci zhoršení výkonnosti a minimalizaci rizika přehřátí. Dosud však byla věnována malá pozornost možnosti hyperhydratace a rozvoje vodní intoxikace.

Symptomatická hyponatrémie může nastat, pokud koncentrace sodíku v krvi klesne pod 130 mmol/l, což je obvykle zapříčiněno hypervolémií jako vedlejší příznak nadměrného příjmu tekutin. U 11 případů hyponatrémie, které se vyskytly v U.S. Army ve výcvikovém období 1996-1997, byla zjištěna průměrná koncentrace sodíku v krvi 121 mmol/l (116-133 mmol/l).

Testování vlivu teploty prostředí a zátěže při výcviku na produkci potu

V roce 1997 byla zahájena studie U.S. Army Research Institute of Environmental Medicine za-

Tabulka 2

Cykly zátěže a odpočinku a příjem tekutin ve vlhkém podnebí

Kategorie teploty prostředí	WBGT		Nízká zátěž (250 W)		Střední zátěž (425 W)		Vysoká zátěž (600 W)	
		Teplota, relativní vlhkost	Cyklus zátěže a odpočinku (min)	Příjem tekutin (qt/h)	Cyklus zátěže a odpočinku (min)	Příjem tekutin (qt/h)	Cyklus zátěže a odpočinku (min)	Příjem tekutin (qt/h)
1	25,6 °C	28 °C, 75%	Zátěž bez omezení	0,50	Bez omezení	0,75	40/20	1,00
3	29,5 °C	32 °C, 75%	Zátěž bez omezení	1,00	40/20	1,00	30/30	1,25
5	33,3 °C	36 °C, 75%	Zátěž bez omezení	1,25	30/30	1,25	20/40	1,25

WBGT - Wet Bulb Globe Temperature (ukazatel konvekčního a sálavého tepla)

Tabulka 3

Cykly zátěže a odpočinku a příjem tekutin pro střední zátěž v suchém podnebí

Kategorie teploty prostředí	WBGT		Střední zátěž (425 W)	
		Teplota, relativní vlhkost	Cyklus zátěže a odpočinku (min)	Příjem tekutin (qt/h)
1	25,6 °C	36 °C, 25%	Zátěž bez omezení	0,75
3	29,5 °C	41 °C, 25%	40/20	1,00
5	33,3 °C	46 °C, 25%	30/30	1,25

měřená na doporučení pro výcvik v horkém prostředí. Zúčastnilo se jí 20 dobrovolníků z řad vojáků (14 mužů a 6 žen). Jeden muž vypadl ze studie před započítáním experimentu, a jeho data tak nebyla analyzována. Věk testované skupiny se pohyboval od 18 do 29 let. Všichni byli zdraví, bez významné zdravotní anamnézy, která by naznačovala špatné snášení horkého prostředí nebo srdeční potíže.

Dobrovolníci absolvovali pětidenní aklimatizační program v horkém prostředí. Tento program tvořila dvě 50minutová cvičení oddělená 10minutovým odpočinkem.

Po této aklimatizaci podstoupili dobrovolníci 12 cvičení v horkém prostředí trvajících 120 min (heat stress test) při různé intenzitě zátěže (250, 425 a 600 W), rozdílných teplotách (28-46 °C) a relativní vlhkosti (25% a 75%).

U dobrovolníků se nevyskytl během testů žádný zdravotní problém. V teplotní kategorii 5 (viz tabulky 2 a 3) teplota měřená v rektu (jako odezva na práci) progresivně rostla s časem cvičení. Během práce o nízké intenzitě rostla rektální teplota nepřetržitě 2 hodiny až dosáhla průměrné hodnoty ve skupině 38,3 °C po 120 min cvičení. Třebaže tep-

lota nepřekročila 38,5 °C (mez tělesné teploty této studie), její nepřetržitý růst naznačil, že je třeba zvážit potřebu zařazení krátkých přestávek na odpočinek v průběhu výcviku.

Závěry a doporučení

S ohledem na produkci potu a metabolický výdej jako reakci na cvičení byl v každé teplotní kategorii doporučený příjem tekutin oproti původním doporučením redukován. Také bylo přidáno doporučení zařazení přestávek při lehké zátěži v teplotní kategorii 5. Mělo by to vést ke snížení pravděpodobnosti výskytu stavů přehřátí u vojáků z přílišného nárůstu tělesné teploty v průběhu výcviku. Tabulka 4 ukazuje upravené hodnoty náhrady tekutin při výcviku v horkém prostředí. Pro srovnání uvádím také stávající tabulku ze směrnice U.S. Army (viz tabulka 5).

Všechny změny v doporučeních pro náhradu tekutin jsou založeny na produkci potu u mužů ze sledované skupiny. Je to proto, že muži tvoří většinu v U.S. Army a obvykle se potí více než ženy.

Tabulka 4

**Upravená směrnice pro příjem tekutin při výcviku v horkém prostředí
(průměrně aklimatizovaný voják oblečený v polní uniformě)**

Kategorie teploty prostředí	WBGT index (°C)	Nízká zátěž		Střední zátěž		Vysoká zátěž	
		Cyklus zátěže a odpočinku (min)	Příjem tekutin (qt/h)	Cyklus zátěže a odpočinku (min)	Příjem tekutin (qt/h)	Cyklus zátěže a odpočinku (min)	Příjem tekutin (qt/h)
1	25,5-27,7	Bez omezení	0,50	Bez omezení	0,75	40/20	0,75
2	27,8-29,3	Bez omezení	0,50	50/10	0,75	30/30	1
3	29,4-31,0	Bez omezení	0,75	40/20	0,75	30/30	1
4	31,1-32,1	Bez omezení	0,75	30/30	0,75	20/40	1
5	32,2 a více	50/10	1	20/40	1	10/50	1

Upozornění: Hodinový příjem tekutin by neměl překročit 1,5 qt (asi 1,7 l)

Denní příjem by neměl překročit 12 qt (asi 13,5 l)

Nízká zátěž - cvičení se zbraní, pořadový výcvik, chůze po tvrdém povrchu rychlostí 4 km/h se 14kg zátěží, střelecký výcvik atp.

Střední zátěž - chůze kyprým pískem rychlostí 4 km/h bez zátěže, chůze po tvrdém povrchu rychlostí 5,6 km/h s méně než 18kg zátěží, plazení, nácvik útoku

Vysoká zátěž - chůze po tvrdém povrchu rychlostí 5,6 km/h s více než 18kg zátěží, chůze kyprým pískem rychlostí 4 km/h se zátěží

Tabulka 5

Stávající směrnice U.S. ARMY pro příjem tekutin při výcviku za horkého počasí

Kritéria		Řízení výcviku	
Kategorie teploty prostředí	WBGT index (°C)	Příjem tekutin (qt/h)	Cyklus zátěže a odpočinku (min)
1	25,5-27,7 °C	Alespoň 0,5	Nepřetržitá zátěž
2	27,8-29,3 °C	Alespoň 0,5	50/10
3	29,4-31,0 °C	Alespoň 1,0	45/15
4	31,1-32,1 °C	Alespoň 1,5	30/30
5	32,2 a více °C	Více než 2,0	20/40

qt - quart (1qt = 1,13 l)

Zdá se, že by se tak mohl zajistit dostatečný přívod tekutin k udržení hydratace u většiny vojáků bez toho, že by u vojáků s nejvyšší produkcí potu došlo k dehydrataci během 4 hodin zátěže. Úprava v doporučení odpočinku při zátěži byla navržena tak, aby se snížila pravděpodobnost, že by rektální teplota překročila teplotní rozmezí 38,5-38,7 °C během 4 hodin zátěže.

Konečným produktem bude přehledná tabulka, která bude poskytnuta uživatelům jako vhodný čá-

sový rozvrh práce a přívodu tekutin při výcviku v prostředí s vysokou teplotou vzduchu. Tabulka bude zahrnovat škálu teplot a vlhkosti prostředí, které se mohou vyskytnout v průběhu vojenského výcviku, a pokryje široký rozsah vojenských aktivit. Tabulková část bude doplněna o doporučení maximálního hodinového a denního příjmu tekutin. Očekává se, že revidované směrnice budou podporovat hydrataci a minimalizaci počtu případů přehřátí a hyperhydratace v průběhu vojenského výcviku.

Tabulka 6

Denní normy spotřeby pitné vody pro vojska AČR (v litrech)

Podmínky spotřeby vody	Norma spotřeby	Z toho					
		Káva, čaj, polní láhev	Příprava stravy	Zpracování potravin	Mytí kotlů a kuch. nádobí	Mytí přístrojů a misek	Mytí rukou a obličeje
V přípravném období, při odpočinku a v obraně v prostorech dobře zabezpečených vodou							
• v mírném klimatu	10,0	2,5	2,35	0,65	0,5	1,0	3,0
• v horku	15,0	4,0	2,35	0,65	0,8	1,2	6,0
Za útoku a na pochodu							
• v mírném klimatu	8,0	3,2	2,0	0,3	0,2	0,3	2,0
• v horku	10,0	4,7	2,0	0,3	0,2	0,3	2,5
Za zvlášť obtížných podmínek, kdy je zásobování ztíženo (na dobu nejdéle 3 dnů)							
• v mírném klimatu	2,5	2,5	-	-	-	-	-
• v horku	4,0	4,0	-	-	-	-	-
Minimum nejdéle na 1 den	2,0	2,0	-	-	-	-	-

Situace v AČR

Vojenské předpisy Armády ČR (např. Zdrav-4-2, Prov-1-1, Všeob-P-34, Vševojsk-16-2/č) řeší tuto problematiku pouze stanovením normy spotřeby vody v mírném klimatu a horku s přihlédnutím k intenzitě výcviku (viz tabulka 6). Není zde uvedeno, jaké rozmezí teplot představuje mírné klima a od jaké teploty začíná „horko“. Zařazení přestávek za vysokých teplot vzduchu je doporučeno ve vojenském předpise Zdrav-4-2 jednou větou: „Ochrany před přehřátím se dosahuje včasným odpočinkem ve stínu na návětrné straně.“ Není zde určeno jak často a jak dlouho odpočívat. Vzhledem k tomu, že výcvik vojsk v mírném podnebí ČR zatím zřejmě nezaznamenal potřebu samostatné směrnice pro podmínky výcviku v různých klimatických podmínkách, který by stanovil režim práce a odpočinku a náhradu tekutin za různých teplot a vlhkosti, není podobná směrnice v AČR k dispozici. Případné cvičení nebo nasazení jednotek AČR v subtropickém či tropickém pásmu však může ukázat potřebu zpracování takovéto směrnice.

Literatura

1. MONTAIN, S.J., et al.: Fluid Replacement Recommendation for Training in Hot Weather. Mil. Med., July, 1999, vol. 164, p. 502-508.
2. GARIGAN, T., et al.: Death from Hyponatremia as a Result of Acute Water Intoxication in an Army Basic Trainee, Mil. Med., July, 1999, vol. 164, p. 234-237.
3. EDWARDS, J.: Military Nutrition RSG 8, Research Study Group 8 on Nutritional Aspects of Military Feeding. AC/243/Panel 8/RSG.8)D/9, Dec. 1989.
4. PŘEDPIS AČR, Zdrav-4-2, Hygienické a protiepidemické zabezpečení vojsk ČSLA, s. 78 a příloha 13.

Korespondence: Npor. MUDr. František Bílek
Ústřední vojenský zdravotní ústav
P. O. Box 53
169 02 Praha 6
e-mail: bilekf@army.cz

Do redakce došlo 28. 1. 2000