

356.33:612.391:616—072.7

ZMĚNY TĚLESNÉ VÝKONNOSTI VOJÁKA PO DVOUDENNÍM ČÁSTEČNÉM HLADOVĚNÍ

Pplk. MUDr. František BÜRGER, mjr. MUDr. Jiří KLIMEŠ, pplk. MUDr. Vladimír TRETERA,

Tělesná výkonnost hraje důležitou úlohu jako součást bojové připravenosti vojáka. Podle současných představ o moderní válce bude působit na tělesnou výkonnost vojáka řada negativních faktorů, jako např. záření, chemické látky, hluk, otřesy, používání osobních ochranných prostředků, přičemž pracovní zatížení vojáka nebude o nic menší. Nedostatečný příjem potravy je jedním z celé řady faktorů, které ovlivňují tělesnou výkonnost lidského organismu. V Minessotském pokusu [11] bylo zjištěno, že při dlouhodobě nedostatečném přísunu potravin dojde ke snížení tělesné výkonnosti. Také při krátkodobém hladovění zjistil Taylor et al. [20] významný pokles indexu step-testu. U nás Brodan [4, 5] po 60hodinovém hladovění zjistil při práci na bicykloergometru signifikantní zvýšení tepové frekvence na stejných stupních submaximální zátěže a pokles pracovní účinnosti.

V našem pokusu jsme chtěli zjistit, jak se projevívá dvoudenní snížený příjem potravin, hrazený balíčkem nouzové potravinové dávky, při polním zaměstnání vojáka v základních ukazatelích tělesné výkonnosti.

Materiál a metodika

Sledování bylo provedeno u 22 zdravých netrénovaných jedinců, vojáků v základní službě, s průměrným věkem 19,2 r. $\pm 0,6$, o průměrné váze 65,6 kg $\pm 5,3$ a výšce 170,2 cm a s kladným přístupem k prováděnému pokusu. Pokus byl

zahájen ve 12 hodin dne 26. května 1970, kdy vyšetřovaní obdrželi poslední teplé jídlo. Během 48hodinového hladovění nebyl příjem tekutin nijak omezen a jako zdroj energetického příjmu sloužil balíček nouzové potravinové dávky (NPD), jehož celkové množství bylo rovnoměrně rozděleno na 3 části a jednotlivě podáno v 17., 29. a 41. hodině pokusu. Tento balíček se skládá ze sucharových a sladových (lipomalt) komprimátů o celkové kalorické hodnotě 1490 kcal. Procentuální zastoupení bílkovin, tuků a uhlohydrátů je 21 % : 7 % : 72 %. Před zahájením hladovění bylo u všech sledovaných osob stanoveno procento ideální váhy podle Netouška, dále procento tělesného tuku pomocí kaliperu podle Besta metodou podle Pařízkové [13, 14]. ATH byla určována odečtením zjištěného tělesného tuku. K hodnocení svalových změn bylo použito indexu muskularity (IM), který byl získán výpočtem podle vzorce:

$$\frac{\text{obvod paže v extenzi}}{\pi} - \frac{\bar{r}_1 + \bar{r}_2}{2}$$

kde $\bar{r}_1$ a $\bar{r}_2$ jsou tloušťka řas na m. biceps brachii ($\bar{r}_1$) a triceps brachii ($\bar{r}_2$) měřených kaliperem. Dále bylo u každého jedince před zahájením pokusu provedeno vyšetření na bicyklovém ergometru typu Zimmermann při použití série stoupajících přerušovaných zatížení — 1 W, 1,5 W a 2 W/kg tělesné váhy po dobu 6 minut [16].

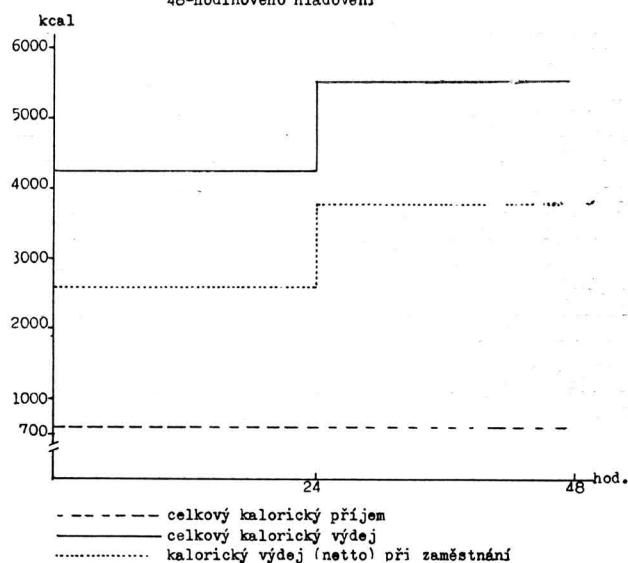
Tepová frekvence byla sledována pomocí EKG typu Hellige, a to vždy v posledních 15 vteřinách 6. min. na jednotlivých stupních zatížení. Odečtení tepové frekvence z EKG záznamu bylo provedeno pomocí pravítka Hellige z 11 komorových komplexů. Z této frekvence na jednotlivých stupních byla získána extrapolací PWC_{170} podle Wahlundu (23) a z nomogramu podle Astranda-Ryhmigové (1) určovaná nepřímá maximální aerobní kapacita. Získané hodnoty byly pak ještě přepočítány na kg tělesné váhy. Během 48hodinového částečného hladovění vykonávaly pokusné osoby plný vojenský výcvik, skládající se z přípravy polního ubytování, kopání individuálních okopů, tělovýchovy a nácviku sebeobrany a dále pěších přesunů se zatížením. Energetické zatížení během tohoto zaměstnání jsme hodnotili pomocí chronometráže s použitím tabulek (15, 17, 19, 21, 22). Na konci 20 km dlouhého pochodu byla měřena tepová frekvence palpačně na art. radialis.

Výsledky

Energetický výdej při plném zaměstnání po dobu 48 hodin je patrný z grafu (graf 1). Hodnoty jsou udány v netto kcal. Na první pohled je zřejmé, že při plném zaměstnání šlo převážně o práci těžkou, pohybující se během vlastního výcviku v rozmezí 7–9 kcal/min. Naměřené hodnoty tepové frekvence na konci 20 km pochodu dosahují v průměru 128–130 tepů/min. Tato hodnota odpovídá podle Hollmanna (9) i Astranda (2) energetickému výdeji přibližně 9–10 kcal/min. Také v přepočtu na kalorický výdej

Graf 2

Energetická bilance v průběhu 48-hodinového hladovění

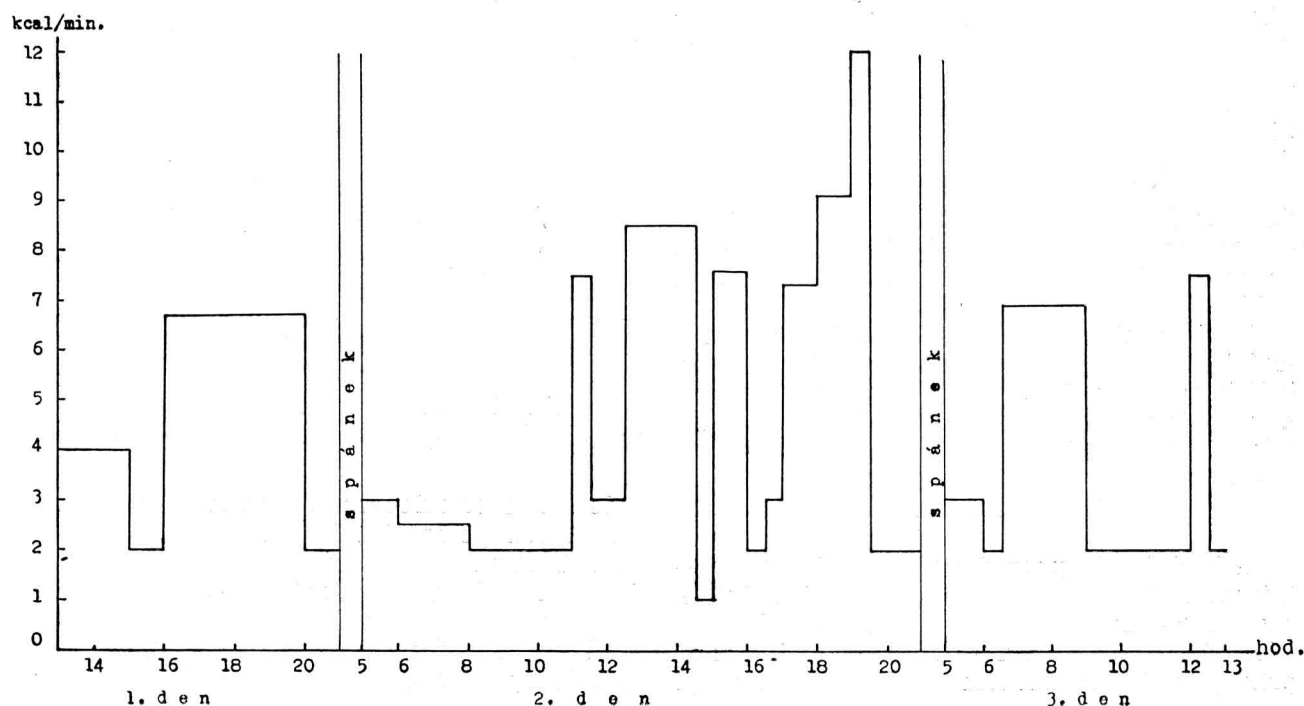


po dobu zaměstnání (graf 2) jsou hodnoty v rozmezí 2500–3800 kcal ukazatelem těžkého fyzického zatížení vojáka při plném zaměstnání. Např. Lehmann (12) pokládá za únosné pro celoroční práci hodnoty 2500 kcal za směnu. Při takto vysokém energetickém výdeji přes dodávku nouzové potravinové dávky je energetická bilance značně negativní. Výsledky sledovaných ukazatelů jsou shrnuty v tabulce (tab. 1) a grafu (graf 3).

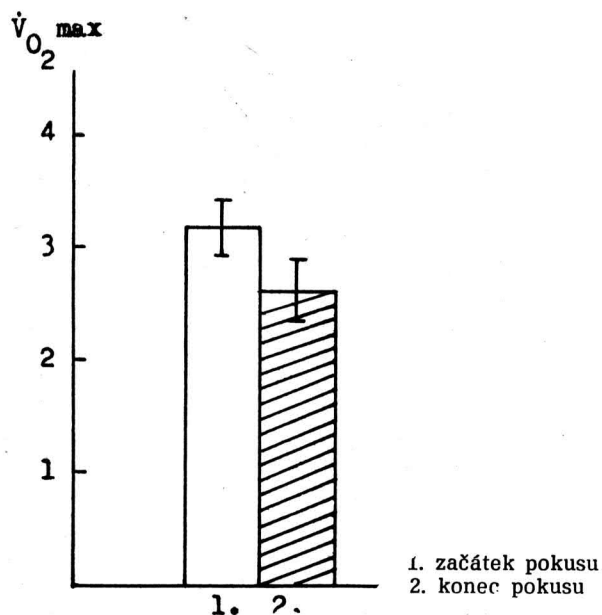
Změny byly testovány párovým testem na 5% a 1% hladině významnosti. Přestože došlo k po-

Graf 1

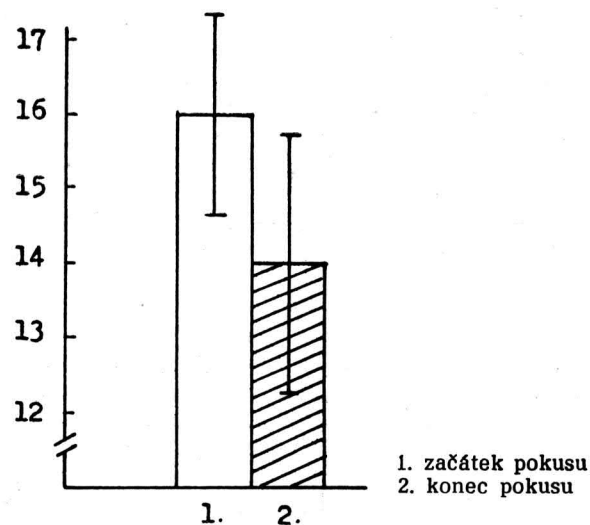
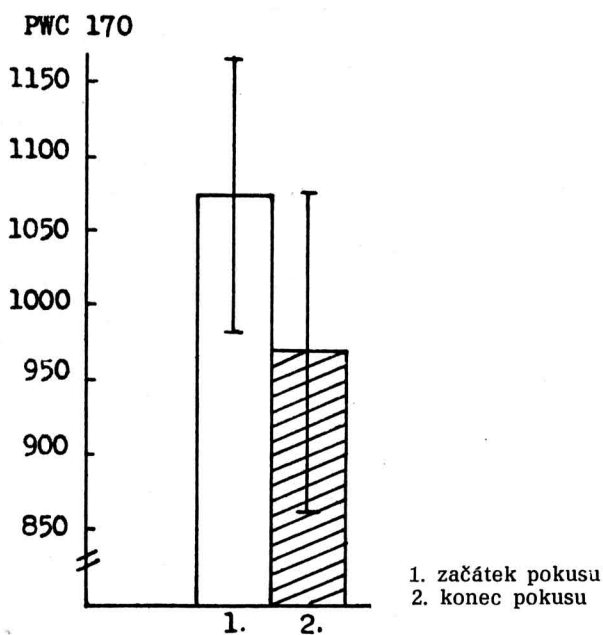
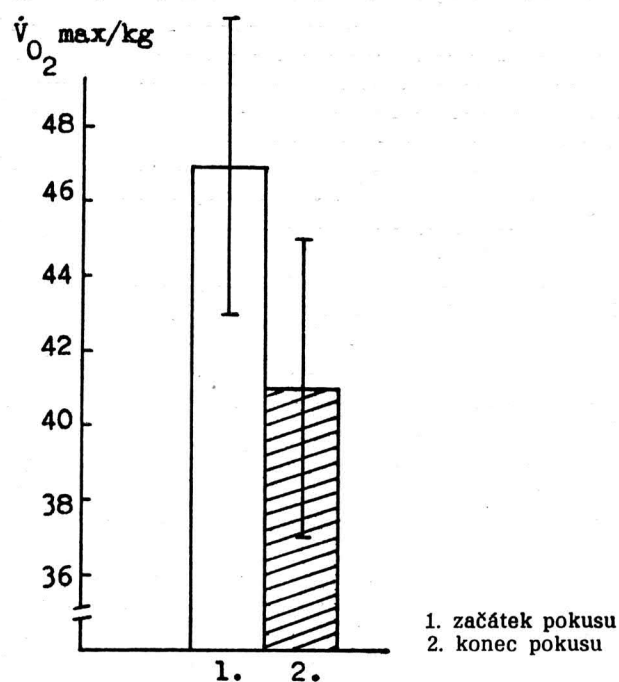
Energetický výdej v kcal/min. při zaměstnání



Graf 3

 $\dot{V}_{O_2 \max}$ na začátku a na konci hladověníPWC₁₇₀/kg váhy na začátku a na konci hladovění

PWC 170/kg

PWC₁₇₀ na začátku a na konci hladovění $\dot{V}_{O_2 \max}/\text{kg}$ váhy na začátku a na konci hladovění

Tab. 1

Změny vybraných ukazatelů vlivem 48hodinového hladovění (n = 22)

Ukazatel	Před pokusem		Statistická významnost	Ukazatel	Po pokusu	
	$\bar{x}$	s			$\bar{x}$	s
Váha	65,6	5,33	—	Váha	63,9	5,30
% ideální váhy	106,4	7,95	—	% ideální váhy	103,7	7,97
% tuku	11,9	2,32	++	% tuku	11,7	2,22
ATH	58,1	3,95	—	ATH	57,0	3,90
Index muskularity	89,6	4,49	—	Index muskularity	89,3	4,70
$\dot{V}_{O_2 \max}$	3,1	0,52	++	$\dot{V}_{O_2 \max}$	2,6	0,55
$\dot{V}_{O_2 \max}/\text{kg}$	47	8,21	+	$\dot{V}_{O_2 \max}/\text{kg}$	41	8,20
PWC ₁₇₀	1073	186,2	—	PWC ₁₇₀	969	209,7
PWC ₁₇₀ /kg	16	2,74	+	PWC ₁₇₀ /kg	14	3,45

+ statist. významnost na 5% hladině

++ statist. významnost na 1% hladině

klesu váhy, procenta ideální váhy a vlastní aktivní tělesné hmoty, nedosahují tyto změny statistické významnosti. Nejvýrazněji se projeví rozdíl v procentu tuku, které signalizují mobilizaci tukových rezerv. Index muskularity zůstal prakticky nezměněn. Z ukazatelů výkonnosti je statisticky významný pokles maximální aerobní kapacity při druhém měření, zatímco pokles hodnot PWC₁₇₀ nedosahuje hranice významnosti. V přepočtech na kg tělesné váhy jeví ukazatelé Vo₂ max i PWC 170/kg tělesné váhy slabou statistickou významnost.

Diskuse

Z měření energetického výdeje vyplývá, že polní zaměstnání vojáka je značně fyzicky náročné a z hlediska využití aerobní kapacity dosahuje asi 2/3. Podle empirických zkušeností se počítá [24], že organismus může pracovat trvale pouze s 1/3 maximální aerobní kapacity. Lze tedy polní zaměstnání vojáka považovat za přibližně 2krát namáhavější, než je většina pracovních úkonů v průmyslu. Naše získané údaje o energetickém výdeji při zaměstnání jsou přibližně stejné jako při nejnamáhavějším povolání, jak je uvádí Kaminsky (10) pro svážení dřeva a Farkas (8) při žňových pracích. V důsledku značného fyzického zatížení vznikla značně negativní energetická bilance a nouzová potravinová dávka nedokázala potlačit nepříznivý vliv sníženého kalorického příjmu na základní ukazatele tělesné výkonnosti.

Také subjektivní ekvivalent byl u většiny pokusných osob velmi zřetelný a projevoval se pocitem únavy, celkové slabosti, bolestí hlavy, zvýšenou psychickou dráždivostí. Tendenci k ortostatické hypotenzi jsme na rozdíl od literatury nepozorovali [4, 5, 6].

Ztráta na váze je základním průvodním jevem negativní energetické bilance. K této ztrátě došlo přesto, že pokusné osoby mohly přijímat libovolné množství tekutin. Podíl na váhovém úbytku má nesporně katabolismus tuků i bílkovin, což dokumentuje významné snížení procenta tuku i menší pokles aktivní tělesné hmoty po skončení pokusu. Podle Bloona et al. [3] je hlavní příčinou nedostatek glycidů, které pomáhají retenci sodíku a fungují jako regulátor vodní rovnováhy. Při jejich dodávce organismu také rychle mizí subjektivní příznaky únavy i poruchy v mentální sféře.

Závažné změny pro hodnocení tělesné výkonnosti jsou v oblasti oběhové adaptace. Z nich je nejnapadnější pokles maximální aerobní kapacity (Vo₂max), která je všeobecně uznávána jako referenční standard pro kardiorespirační výkonnost [18]. Tento pokles výkonnosti dosáhl 16 % ve srovnání s výchozí hodnotou a lze očekávat, že při dalším trvání částečného hladovění by se ještě rychleji prohluboval. Také tepové frekvence jsou na jednotlivých stupních zátěže po částečném hladovění o něco vyšší, což se projevuje ve snížení ukazatele PWC₁₇₀. Tento pokles není

statisticky významný zřejmě v důsledku většího rozptylu, který je způsoben obtížemi při extrapolaci ze 3 hodnot tepové frekvence. Ve smyslu definice tělesné výkonnosti podle Darlinga [7] dochází tedy po částečném hladovění k většímu narušení homeostázy organismu, a tím k snížení základních ukazatelů tělesné výkonnosti. Fyzické zatížení je u hladových osob po stránce oběhové snášeno jak subjektivně, tak objektivně hůře. Příčiny těchto jevů jsou nepochybně velmi komplexní a rozhodující úlohu budou mít zřejmě metabolické pochody spojené s vyčerpáním uhlovdanových zásob a zvýšením mobilizace lipidů. Samotné zvýšení tepové frekvence bude pak patrně souviset s poklesem objemu obíhající krve vyvolaným dehydratací. Tím vyniká narušená rovnováha v potřebě kyslíku, která je citlivě kompenzována v oběhu zvýšením minutového objemu srdečního, a to zásluhou zvýšené tepové frekvence. Tím se ekonomie oběhu podstatně zhoršuje. Brodan [4] našel ve svém pokusu i zhoršení ekonomie dýchání, projevující se zvýšením ventilačního ekvivalentu, méně efektivní alveolární ventilací, přičemž spotřeba kyslíku se podstatně nezměnila. Domnívá se [4], že vliv akutního hladovění na výkonnost spočívá zejména v tom, že se zvětšuje energetická spotřeba v anaerobní složce. Proto klesá u hladových i pracovní účinnost, protože spotřeba energie k vykonání stejné práce je větší o anaerobní část.

Výsledky těchto pokusů ukázaly, že podání nouzové potravinové dávky nedokázalo odstranit nepříznivé působení částečného hladovění na výkonnost organismu při polním zaměstnání vojáka. Zdá se, že v klidových podmínkách by nedošlo k takovému narušení homeostázy organismu, avšak vlivem negativní energetické bilance se nepodařilo rovnováhu udržet a došlo ke snížení tělesné výkonnosti.

Souhrn

Byl zkoumán vliv 48hodinového částečného hladovění na základní ukazatele tělesné výkonnosti při polním zaměstnání netrénovaného vojáka. Výsledky ukázaly nepříznivý vliv negativní energetické bilance, který se nepodařilo podáním nouzové potravinové dávky kompenzovat.

Literatura

1. Astrand, P., Ryhming, I.: J. Appl. Physiol. 7, 1954, 218.
2. Astrand, P. O., Rodahl, K.: Textbook of Work Physiology, Mc Graw-Hill, New York, 1970.
3. Bloon, W. L., Azal, G. J.: Arch. intern. Med. 112, 1963, 333.
4. Brodan, V., Kuhn, E.: Rev. Czech. Med. 12, 1966, 155.
5. Brodan, V.: Sborník ze XVI. celostátního sjezdu SRV, Praha, 1967, s. 38–42.
6. Dahl, L. K., Stall, G. B., Gotzias, G. G.: J. clin. Invest. 33, 1954, 1397.
7. Darling, R. C.: Arch. intern. Med. 28, 1947, 146.
8. Farkas, G., Geldrich, J., Láng, S.: Arbeitsphysiologie 5, 1932:434.
9. Hollman, W.: Der Arbeits- und Trainingseinfluss auf Kreislauf und Atmung. Steinkopf Verlag, Darmstadt, 1959. -

Další literatura u autora.