

STUDIUM ENERGETICKÉHO PŘÍJMU A VÝDEJE PŘI VÝCVIKU PONTONOVÉ JEDNOTKY

Pplk. MUDr. Zdenko VLK, CSc., ing. Ctibor PERLÍN

Měření a hodnocení energetického výdeje a s tím souvisejícího energetického příjmu je v armádě spjato s vývojem bojové techniky a vojenské taktiky. Zavádění složitější a dokonalejší bojové techniky klade na obsluhu stále větší nároky na duševní zátěž, naproti tomu zrychlující se tempo jednotlivých bojových operací v těžkých klimatických a terénních podmínkách předpokládá i značnou tělesnou zdatnost. Proto také výcvik vojáků je plánován jako převážně fyzicky náročné zaměstnání.

Práci zabývajících se stanovením energetického příjmu a výdeje u vojsk při výcviku je poměrně málo. Přehled autorů zabývajících se touto problematikou v anglosaské oblasti uvádějí Passmore a Durnin [11], citace sovětských autorů jsou obsaženy v práci Voplatka [13]. Z novějších autorů je možno uvést Afanasjeva a Pjurického [1], Buznika [3, 4], Kurdjukova [7], Makarova a Komšaljuka [9].

V naší armádě se energetickým výdejem technických jednotek zabývali Hron a kol. [6], u různých druhů zbraní Liškutín a kol. [8], při některých transportních úkonech Bürger [5].

Z teoretických základů je známo, že pracovní zatížení můžeme posuzovat z energetického hlediska buď na základě profesiografického popisu, nebo určením velikosti energetického výdeje. Obecně je uznáván úzký vztah tělesné zdatnosti k pracovní schopnosti, ale i k antropometrickým ukazatelům, maximálnímu energetickému výdeji a rovněž ke zdravotnímu stavu organismu. Naproti tomu energetický příjem, který by měl být v rovnováze s energetickým výdejem, dosti značně ovlivňuje i tělesnou zdatnost.

V naší práci jsme se pokusili charakterizovat pontonovou jednotku po stránce somatické, provést odhad energetického výdeje ve dvouletém období, stanovit energetický výdej hlavních úkonů při výcviku a zhodnotit energetickou bilanci.

Metodika

Energetický výdej (EV) hlavních úkonů byl stanoven metodou nepřímé kalorimetrie [14]. Měření bylo prováděno na 2—3 probandech současně a opakováno v dalších nácvicích téhož úkonu do celkového počtu 10 měření. Tam, kde nebylo možné provádět měření na několika probandech současně, bylo provedeno nejméně 5 vyšetření postupně. Měření bylo prováděno v rovnovážném stavu (určovaném na základě minutové ventilace), a kde nebylo dosaženo rovnovážného stavu, bylo použito metody stanovení kyslíkového dluhu [14]. K analýze byl zachycován vydýchaný vzduch pomocí polo-

masky a trojcestného kohoutu do meteorologického balónu, u části měření bylo použito k odběru vzduchu plynových hodin Michaelis-Kofranyi. Analýza vzduchu byla prováděna přímo v terénu (pojízdňá laboratoř PHEL) pomocí upraveného Orsatova přístroje. Na základě stanovení respiračního kvocientu byl určen kalorický ekvivalent kyslíku a proveden přepočet na kcal/70 kg/hod.

Celodenní odhad kalorické spotřeby byl prováděn podle časového záznamu jednotlivých činností a s použitím Voplatkových tabulek [13] nebo výsledků vlastního měření.

U celého souboru bylo sledováno zaměstnání od ledna 1970 do listopadu 1971 podle denních rozvrhů zaměstnání v pětidenních pracovních cyklech mimo sobotní a nedělní činnost. Pro odhad kalorického výdeje bylo použito přepočtu pro práci lehkou 100 kcal/hod, u střední a těžké práce podle konkrétního zaměstnání. Z jednotlivých týdenních EV byl propočten průměrný denní EV v měsíci.

Antropometrické vyšetření bylo provedeno podle běžné metody a sledována výška, váha, procento tuku [10], obvod hrudníku a svalový index paže. Dále byla určena aerobní kapacita nepřímou metodou podle Ryhmingové [2].

Energetický příjem byl stanoven laboratorním rozбором konzumované stravy, podle skutečné spotřeby jednotlivých komponent denní dávky. Spotřeba byla stanovena vážením hotevé stravy před výdejem a po výdeji. V homogenizátu vzorků denní stravy byl stanoven tuk extrakcí Soxhletem, bílkoviny titračně po mineralizaci podle Kjedhala a destilací v modifikovaném Parnas-Wagnerově přístroji, minerální gravimetricky po mineralizaci a glycidy do počtem do 100 %. Energetický příjem byl stanoven součtem kalorického podílu jednotlivých hlavních živin, vypočítaného pomocí Rubnerových koeficientů.

Vedle laboratorních rozborů jsme prováděli odhad kalorické hodnoty spotřebované stravy inventurní metodou podle měsíčních výkazů spotřeby proviantu nebo kontrolních a zúčtovacích listů. K odhadu spotřeby hlavních živin byly použity Tabulky výživových hodnot potravin, kalorický podíl byl opět vypočten pomocí Rubnerových koeficientů.

Z dalších sledovaných ukazatelů uvádíme nemocnost, úrazovost a tělovýchovné prověřování sledovaného souboru.

Charakteristika souboru

Sledovaná jednotka zahrnovala 61 vojáků základní služby v průměrném věku 20, 16 let.

Srovnání antropometrických ukazatelů

s hodnotami u jiných druhů vojsk ČSLA (12, 13) a civilní populace téže věkové kategorie uvádí tabulka 1.

Tab. 1
Porovnání antropometrických ukazatelů

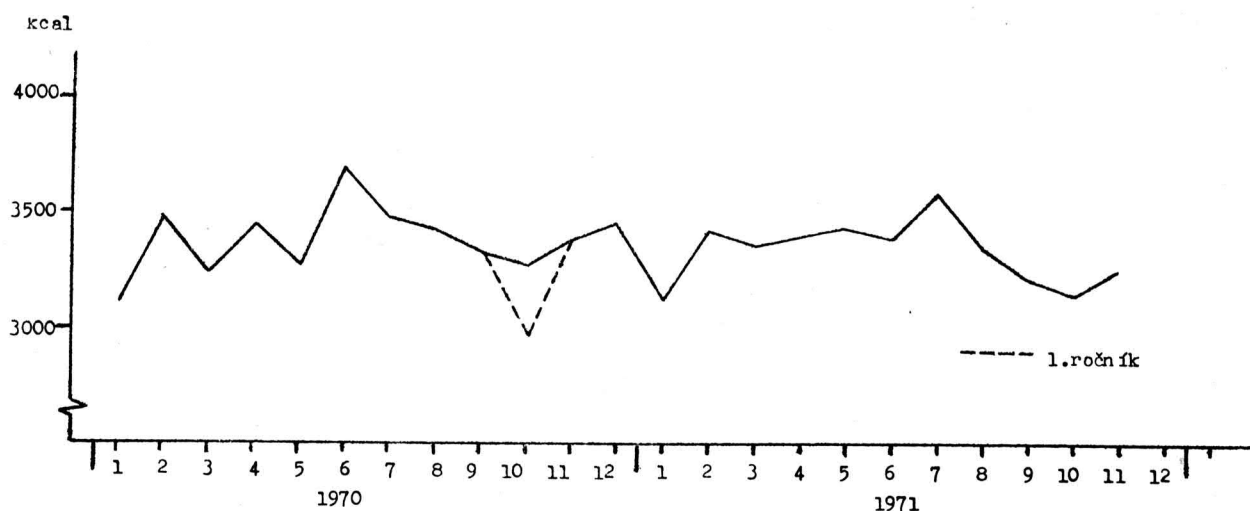
Soubor	N	Výška	Váha	ATH	% tuku	Obvod hrud.	Obvod paže
Pontonisté	61	176,9	73,6	65,8	10,3	93,8	28,6
Výsadkáři	60	174,7	70,6	62,8	10,9	92,0	28,8
Tankisté	50	171,1	67,2	59,5	11,4	89,6	27,8
Motostřelci	55	175,8	72,4	64,5	10,7	91,4	27,2
Civil. norma	241	176,2	69,9	—	—	91,9	—

Poznámka: + Fetter a kol. 1966

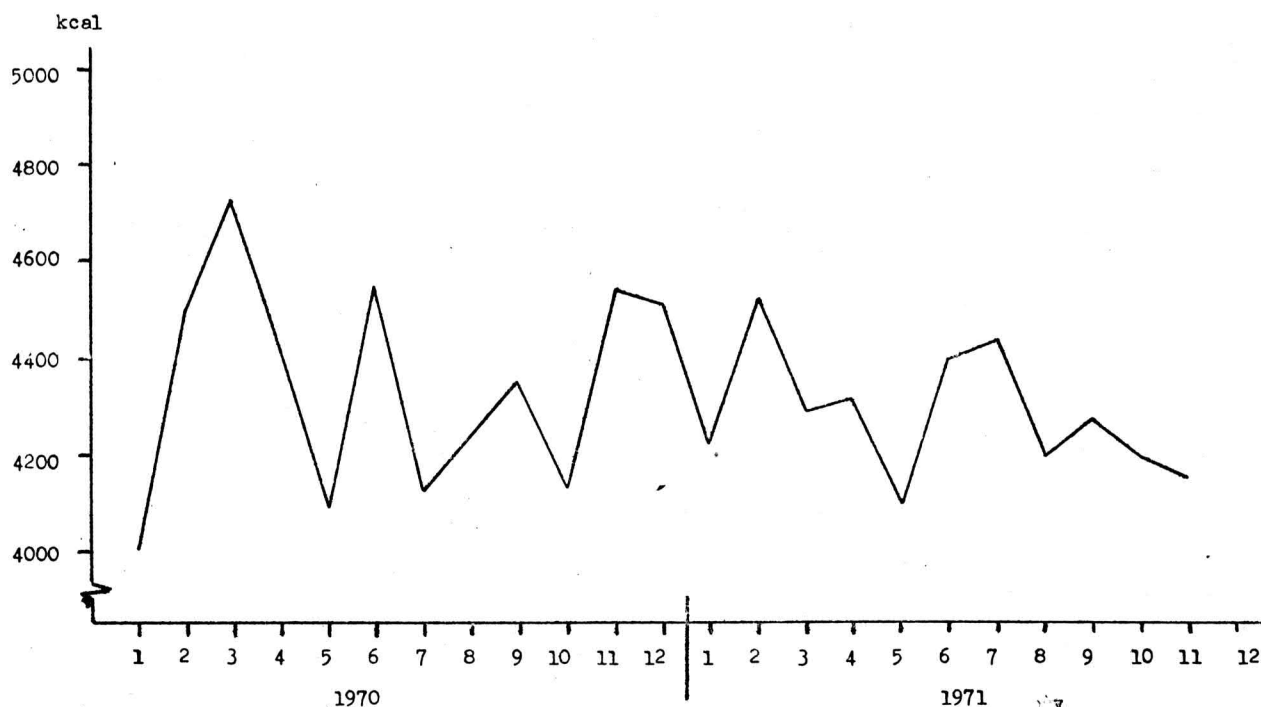
Z hodnot vyplývá, že námi sledovaný soubor byl fyzicky vyspělý kolektiv. Opakované měření těchto ukazatelů po pěti měsících výcviku ukázalo pouze statisticky nevýznamné změny, odpovídající přirozenému tělesnému růstu v tomto věkovém období.

Průměrné hodnoty aerobní kapacity činily 3420 ml, po 5 měsících výcviku 3700 ml ($p < 0,05$). Ve srovnání s hodnotami uváděnými v literatuře dosahuje náš soubor hodnot aerobní kapacity americké a německé armády a poněkud nižších hodnot než našli severští autoři. Ve srovnání s civilní populací dosahuje hodnot vyšších než nesportovci téže věkové kategorie, ale nedosahuje výsledků zjišťovaných u aktivních sportovců.

Nemocnost a úrazovost (sledovaná 1 rok) se



Obr. 1. Odhad energetického výdeje v jednotlivých měsících (EV/24 hod.)



Obr. 2. Výpočet tabulkového příjmu v jednotlivých měsících (EP/24 hod.)

neliřila od celoarmádního průměru, z hlediska tělovýchovných kontrolních prověření byl soubor pouze vyhovující. Nemocnost a úrazovost vzhledem k relativní krátkosti doby sledování a počtu probandů hodnotíme zdrženlivě, rovněž i výsledky tělovýchovných prověrek, neboť je známa jejich značná závislost na motivačních faktorech.

Výsledky

Dynamiku energetického výdeje během dvouletého období v měsíčních údobích uvádíme na obrázku 1.

Odhadnuté hodnoty kolísají v rozmezí 3110 až 3697 kcal/24 hod., s ročními průměry 3382 kcal za první rok a 3318 kcal za druhý rok sledování.

Na obrázku 2 uvádíme měsíční průměry denního kalorického příjmu v průběhu 2 let podle tabulkového propočtu. Měsíční průměry kolísaly od 4076 kcal do 4730 kcal za 24 hod., což překračuje předepsanou stravní normu (4060 kcal) v průměru o 250 kcal za den, převážně zvýšenou spotřebou lipidů. Spotřeba bílkovin byla pod hodnotami stravní normy. Na nevhodnou skladbu stravy ukazuje i podíl jednotlivých živin ve stravě. Poměr bílkoviny : lipidy : glycidy činil v prvním roce 1,0 : 1,25 : 4,65, v druhém roce 1,0 : 1,27 : 4,56.

Při nácviku stavby pontonové mostní soupravy v zimním a letním období a při nácviku stavby nízkovodních mostů jsme metodou nepřímé kalorimetrie stanovili EV hlavních pracovních úkonů. Výsledky měření jsou obsaženy v tabulce 2.

Tab. 2

Energetický výdej jednotlivých hlavních úkonů (kcal/70 kg/hod.).

1. Stavba pontonové mostní soupravy
 - A. zimní období (teplota vzduchu -7 až -12 °C, relativní vlhkost 95 %, atmosférický tlak 776–778 mm sloupce Hg)
 - B. letní období (teplota vzduchu 12–25 °C, relativní vlhkost 50–93 %, atmosférický tlak 757–760 mm sloupce Hg)

	A	B	% podíl v létě
Obsluha navijáku při spouštění pontonu	277	243	87,7
Přítahování dílu ke břehu (lancem)	365	310	87,4
Zapouštění úvazových kolíků do břehu	806	550	68,2
Uzamčení jednotlivých částí dílu	361	336	93,0
Přiblížování dílu pomocí lanců	412	340	82,6
Uzamčení spojených dílů	360	344	95,5
Vyzvedání rampovníků z pobřeží dílu	428	378	88,3
Překládání rampových nosníků	325	neměřeno	—
Kotvení soupravy	420	357	85,0

2. Stavba nízkovodního mostu (zimní období) (teplota vzduchu $+2,4$ až -7 °C, relativní vlhkost 56–90 %, atmosférický tlak 764 až 766 mm sloupce Hg)

Úprava terénu pro uložení pobřež. prahu	322
Nošení trámů ($400 \times 18 \times 18$ cm) na vzdálenost 15 m (2 pontonisté)	454
Nošení trámů ($600 \times 76 \times 26$ cm) na vzdálenost 15 m (6 pontonistů)	538
Nošení mostin ($600 \times 20 \times 8$ cm) na vzdálenost 15 m (2 pontonisté)	466
Nošení trámů ($400 \times 18 \times 18$ cm) na vzdálenost 30 m (2 pontonisté)	462
Nošení trámů ($600 \times 26 \times 26$ cm) na vzdálenost 30 m (6 pontonistů)	558
Sesekávání hrany trámů	288

Při stavbě pontonové mostní soupravy se projevila vliv klimatických podmínek na velikost EV. V letním období činil kalorický výdej 68,2 až 95,5 % zimního výdeje, v průměru činil letní EV 84,3 % zimního.

Vedle sledování EV při jednotlivých úkonech jsme provedli časový snímek doby výcviku. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 3 a 4. Z tabulek je patrný pokles průměrného EV za dobu výcviku oproti EV při jednotlivých úkonech.

Tab. 3

Energetický výdej během výcviku stavby PMS

Pracovní úkon	Pontonová mostní souprava			
	Zimní období		Letní období	
	Doba trvání min.	EV (kcal)	Doba trvání (min)	EV (kcal)
Přesun (a příprava techniky)*	20	35	30	60*
Spuštění, spojení a rozpojení dílů	40	240	90	495
Přestávka	—	—	15	25
Nové uspořádání	20	120	—	—
Spojení a rozpojení dílů	30	180	—	—
Rozpojení a nové uspořádání	—	—	45	247
Nové uspořádání	10	50	—	—
Přestávka (svačina)	30	50	15	25
Spojení dílů a manévr	60	360	45	247
Ukázka činnosti	—	—	15	27
Hodnocení průběhu	10	20	—	—
Rozpojení a spojení s manévrem	60	360	—	—
Oddech	60	120	—	—
Manévr, rozpojení, naložení	—	—	75	412
Rozpojení, naložení	60	360	—	—
Přesun	20	35	30	60
Celkem činnost a průměr	420	275	360	266

Tabulka 5 udává energetický příjem stravy zjištěný laboratorním rozbořem nebo tabulkovým propočtem.

Při nácviku stavby nízkovodního mostu se vojáci stravovali podle stravní normy 1, při nácviku stavby pontonové mostní soupravy podle stravní normy 1 a přídatku B.

Tab. 4
Energetický výdej při výcviku ve stavbě nízkovodních mostů

Pracovní úkon	Trvání (min.)	Energetický výdej v kcal
Stání	10	19,4
Nošení břemen 6 m	10	89,0
Stání	2	3,8
Nošení břemen 4 m	8	60,0
Nošení mostin	5	38,5
Stání	5	9,5
Nošení břemen 4 m	3	22,5
Nošení břemen 6 m	7	62,4
Nošení mostin	5	38,5
Sedění	5	7,4
Celkem	60	351,0
Nošení břemen 6 m	5	44,5
Nošení břemen 4 m	3	22,5
Nošení mostin	8	61,6
Stání	2	3,8
Sedění	10	14,8
Stání	2	3,8
Nošení mostin	8	61,6
Nošení břemen 4 m	3	22,5
Nošení břemen 6 m	5	44,5
Stání	2	3,8
Sedění	12	17,8
Celkem	60	301,0

Hodnoty dosažené při sledování hlavních úkonů výcviku odpovídají fyzické zátěži při těžké práci. Toto zjištění bylo třeba konfrontovat s trváním jednotlivých úkonů v době výcviku, zakalkulovat oddechové časy, přestávky, instruktáže apod.

Po provedení časového snímku celého výcviku průměrné hodinové hodnoty EV 266 a 275 kcal při stavbě pontonové mostní soupravy odpovídají práci středně těžké. Hodinový EV při stavbě nízkovodních mostů se blíží hodnotám práce těžké (300 kcal).

Kalorická hodnota stravy byla v dvouletém období o 250 kcal za den vyšší než stravní dávka 1. Po odečtu předpokládaných ztrát při přípravě a výdeji stravy (10 až 15 %) jsme získali redukované hodnoty kalorického příjmu — 3750 až 3800 kcal za den. Oproti hodnotě EV je tedy energetická bilance aktivní cca 430 kcal za den.

Vzhledem k dalším ztrátám hlavních živin v důsledku jejich menší využitelnosti v organismu (odhadem 90 %) a nutnosti zabezpečit objem stravy, minerálních látek a vitamínů i určité nepřesnosti metodiky odhadu EV, zvláště v době osobního volna, považujeme energetickou bilanci za vyváženou. Tento závěr podporují i hodnoty váhy a % tuku, které

Tab. 5

Energetický příjem ve dnech výcviku

Ukazatel	Činnost Období Dny	Pontonová mostní souprava										Nízkovodní most		
		Zimní období			Letní období							1	2	3
		1	2	3	1	2	3	4	5	6	7			
Bílkoviny, g	labor.	106	132	103	112	141	79	89	115	98	95	—	—	—
	tabulk.	133	97	143	123	144	127	100	116	107	100	123	115	147
Tuky, g	labor.	241	175	130	178	125	139	190	160	117	85	—	—	—
	tabulk.	140	87	92	137	141	155	192	181	113	121	117	148	114
Glycidy, g	labor.	460	454	413	339	458	436	401	345	502	435	—	—	—
	tabulk.	420	511	620	456	628	517	585	454	623	533	528	506	656
Popel, g	labor.	28	30	26	23	23	25	23	28	19	22	—	—	—
	tabulk.	3566	3281	3990	3646	4475	4078	4599	4022	4039	3725	3744	3924	4353
Kalorie, kcal	labor.	4564	4032	3322	3560	3713	3480	3836	3435	3645	3058	—	—	—
	tabulk.	3566	3281	3990	3646	4475	4078	4599	4022	4039	3725	3744	3924	4353

Diskuse

Z výsledků sledování vyplývá poměrně značné kolísání EV v týdenních i měsíčních údobích. Průměrné hodnoty EV za dvouleté období činí 3345 kcal za den.

V tabulce 6 uvádíme srovnání našich výsledků s výsledky Voplatka zjištěnými před 15 lety.

Naše výsledky jsou nižší než dřívější odhady, což není podle našeho názoru způsobeno menší fyzickou náročností námi sledovaného výcviku, ale celkovými změnami v režimu života vojsk. Nelze vyloučit, že na těchto rozdílech se uplatnila i odlišná metoda provádění odhadu EV.

jsou v souladu s ostatními antropometrickými ukazateli.

Při sledování kalorického příjmu v době výcvikových soustředění byla zjištěna disproporce mezi tabulkovým odhadem a laboratorním rozbořem stravy.

Ve většině případů byl tabulkový příjem i po provedené redukci na ztráty při přípravě stravy vyšší než námi zjištěný laboratorní rozbor. Hlavním důvodem byl vysoký podíl glycidů v tabulkovém výpočtu (způsobený vykazováním vyšší spotřeby chleba, značnými ztrátami při výdeji chleba a poměrně vysokým podílem zbytků při konzumaci knedlíků).

Tab. 6

Druh vojska	EV/24 hod. kcal.
Pěchota +	3700
Mechanizovaní +	3560
Dělostřelci +	3527
Tankisté +	3642
Pontonisté	3345

Pozn.: + dle Voplatka (1957)

Srovnání laboratorního rozboru stravy s velikostí EV při těchto výcvikových soustředěních sice ukázalo poněkud nižší energetickou bilanci, zvláště při stavbě nízkovodních mostů, avšak tyto výkyvy se vyrovnávají v dalších dnech, kdy výcvik je fyzicky méně náročný.

Souhrn

Bylo provedeno porovnání energetického příjmu a energetického výdeje při výcviku pontonové jednotky. Energetický výdej u hlavních úkonů při stavbě nízkovodního mostu a pontonové mostní soupravy v zimním a letním období byl sledován metodou nepřímé kalorimetrie. Energetický výdej při ostatních činnostech byl odhadován podle časového záznamu činností s použitím tabulek. Dále byl sledován energetický příjem laboratorním rozbohem konzumované stravy a inventorní metodou pomocí Tabulek výživových hodnot potravin. Energetický výdej odpovídal práci středně těžké a činil v průměru 3345 kcal za den, čemuž zhruba odpovídal i energetický výdej. Pro celkově vyváženou energetickou bilanci svědčí i antropometrické ukazatele (procento tělesného tuku a podíl aktivní tělesné hmoty).

Literatura

1. Afanasjev, B. G., Pjureckij, A. I.: Energetičeskije traty u specialistov podvodnych lodok pri nesenii vachty v pochode. Voennomed. Ž., 1964, č. 7, s. 63—64.
2. Astrand, P. O., Ryhming, I.: A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. J. Appl. Physiol., 7, 1954, č. 2, s. 218—221.
3. Buznik, I. M.: Energotraty u soldat v period zimnich taktičeskich učenij. Voennomed. Ž., 1964, č. 10, s. 50—51.
4. Buznik, I. M.: Energotraty u voennoslužbaščich v gorach i trebovanija k pitaniju v etich uslovijach. Voennomed. Ž., 1968, č. 1, s. 63—65.
5. Bürger, F., Klimeš, J.: Energetický výdej vojáků při různých transportních úkonech. Závěrečná zpráva MNO, Č. Budějovice, 1968.
6. Hron, V. a kol.: Výzkum výdeje kalorií mužstva vojenských technických jednotek na stavenišťích a v dolech. Týl a zásobování, 6, 1956, č. 12, s. 48—55.
7. Kurdjukov, A. G.: Energotraty pograničnikov v klimatičeskich uslovijach Pribaltiki. Voennomed. Ž., 1963, č. 3, s. 82—83.
8. Liškutín, J. a kol.: Průzkum výživy a energetického výdeje vojáka u různých zbraní a na stavbách. Závěrečná zpráva VLA, Hradec Králové 1958.
9. Makarov, G. F., Komšaljuk, S. R.: Issledovanije energotrat kak metod ocenki utomlenija. Voennomed. Ž., 1967, č. 9, s. 70—72.
10. Pařízková, J.: Rozvoj aktivní hmoty a tuku u dětí a mládeže. Praha, SZdN 1962.
11. Passmore, R., Durnin, J. V. C. A.: Human energy expenditure. Physiol. Rev., 35, 1955, č. 4, s. 801—840.
12. Skalický, J. a kol.: Změny tělesného rozvoje a výkonnosti u vojáků výsadkového a tankového vojska v průběhu vojenské služby. Závěrečná zpráva VÚHEM, Praha, 1967.
13. Skalický, J. a kol.: Komplexní sledování vývoje zdatnosti u motostřelců ČSLA. Závěrečná zpráva VÚHEM, Praha 1971.
14. Voplatek, V.: Výdej energie při některých zaměstnáních povinné přípravy vojáka. Sborn. Věd. Prací Voj. lék. Úst., 1961, č. 1, s. 28—48.
15. Zelený, A.: Nepřímá kalorimetrie při dynamické fyzické práci. Materiály konsult. dne fyziologie práce, Praha, květen 1971.