

ZMĚNY NĚKTERÝCH UKAZATELŮ TĚLESNÉ ZDATNOSTI VOJÁKA BĚHEM ZÁKLADNÍHO VÝCVIKU

Pplk. MUDr. František BÜRGER, ppkl. MUDr. Jiří KLIMEŠ

Základní výcvik je období, kdy mladý organismus musí překonat mnohé návyky získané v civilním životě a přizpůsobit se novým podmínkám. Celý tento proces, probíhající v duševní i fyzické sféře, zasahuje do adaptačních pochodů každého jedince, při nichž se uskutečňuje vzájemné působení prostředí a organismu. Každý organismus není schopen reagovat adekvátně na podněty prostředí. Pro většinu jedinců je nástup do základní služby stressujícím faktorem. I když základní výcvik je časově jen malou částí dvouleté základní služby, má mnohdy nesmírný vliv na formování vojáka jak po stránce fyzické, tak psychické. Toto období často odhalí některé latentní poruchy a z toho rezultující funkční nebo organická onemocnění, která mnohdy mění i zdravotní klasifikace.

Toto období základního výcviku lze charakterizovat po pohybové stránce vzestupem fyzického zatížení, protože výcvik je hned od počátku veden s větší fyzickou náročností a fyziologickou účinností. Zajímalo nás, jaké změny se ukáží u některých ukazatelů tělesné zdatnosti během tohoto období. V průběhu longitudinálního sledování nelze spolehlivě tyto změny interpretovat, protože do celého dlouhodobého procesu vstupuje řada nových faktorů. Naopak období základního výcviku, charakterizované stejným fyzickým zatížením, stejnou stravou i prostředím vytváří téměř ideální podmínky pro sledování odpovědi na základní výcvik. Tyto změny lze potom dobře analyzovat a interpretovat jako vliv základního výcviku.

Fyzické zatížení vojáka není diferencováno podle stavu jeho fyzické zdatnosti a dá se tedy předpokládat, že jedinci s různou úrovní fyzické zdatnosti budou reagovat různým způsobem na přibližně stejnou fyzickou zátěž.

Ve své předchozí práci (Bürger, Klimeš 1970) jsme prokázali, že jedinci s nízkou úrovní tělesné zdatnosti, s kterou nastupují vojenskou službu, reagují na přibližně stejné zatížení tendencí k vyrovnání do určitého průměru. Podobné pozorování uvádějí i jiní autoři (Linroth 1957, Hellström 1961). V naší literatuře Skalický (1969) konstatuje, že jedinci s vyšší iniciační hodnotou si udržují průměrné vyšší hodnoty, avšak je zřejmé, že přírůstek tělesné výkonnosti byl u nich menší, než ve sku-

pině méně zdatných. Proto jsme se zaměřili nejen na zjištění celkové průměrné odpovědi sledovaného kolektivu, ale i na analýzu vnitřního mechanismu těchto změn.

Materiál a metodika

Sledovali jsme soubor 40 vojáků, kteří nastoupili do vojenské základní služby. Soubor se skládal z jedinců o průměrném věku 19,2 let ($\pm 0,2$), průměrné výšky 174,3 cm ($\pm 4,1$) a průměrné váhy 69,98 kg ($\pm 8,21$). Vyšetření fyzické zdatnosti souboru bylo provedeno pomocí spiroergometrie, kdy k zátěži jsme použili bicykloergometru Zimmermann, při konstantní rychlosti otáček 60/min udávané metronomem a sérii 3 submaximálních zatížení, mezi nimiž byla vložena jednodinutová relaxační přestávka. Na jednotlivých stupních zatížení bylo vloženo 300, 600 a 900 kpm/min. Analýzu kyslíku jsme prováděli pomocí interferometru v zapojení podle Vokáče (1962) a v uspořádání podle Pelnáře (1948). Tento způsob zatížení s vytvářením rovnovážného stavu nám umožňoval při dosažení vysoké tepové frekvence dobrou predikaci maximálních hodnot. Měření jsme vždy prováděli v 15. až 30. vteřině šesté minuty. Sledování v průběhu zotavování jsme neprováděli.

Registrace tepové frekvence byla prováděna pomocí jednobáňového EKG (Simpliscriptor Hellige) a záznam byl vyhodnocován pomocí pravítka, kde tepová frekvence je určována z 10 komorových komplexů. Ventilační hodnoty byly korigovány na BTPS, spotřeba kyslíku na STPD. Z hodnot získaných při submaximálním zatížení byla vypočítána z nomogramu podle Astranda (Astrand 1954) maximální kyslíková spotřeba a z grafické sítě byl extrapolací určen W_{170} (Wahlund 1948). Ukazatelé maximální výkonnosti byli ještě přepočtení na kg váhy.

Vyšetření bylo provedeno celkem 2krát, v prvním týdnu po nástupu do základního výcviku a kontrolní vyšetření po 4 týdnech. Před zahájením sledování byl každý jednotlivec klinicky vyšetřen. Ze sledování byli vyloučeni ti, u nichž v současné době byla kontraindikována jakákoliv zátěž. Vyšetření se provádělo za standardních laboratorních podmínek, a to vždy

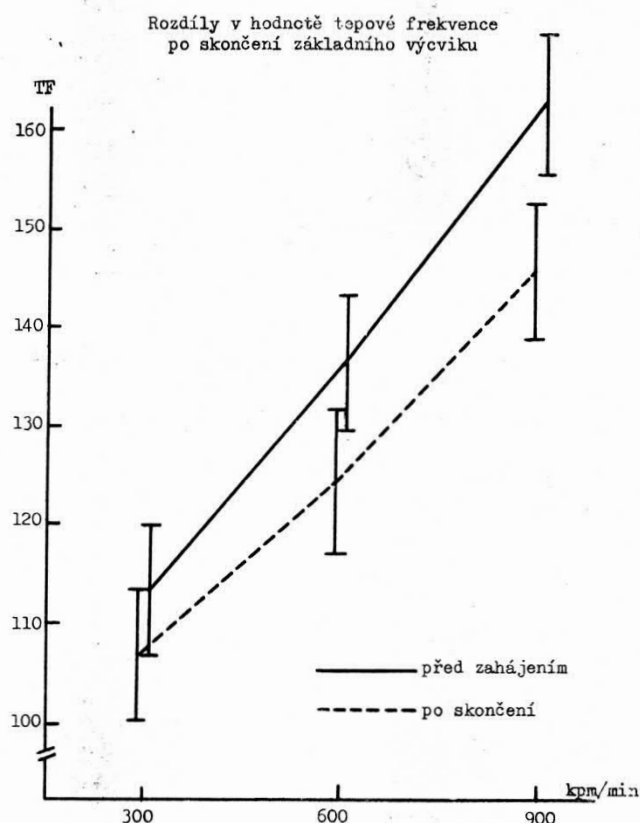
ve stejnou denní dobu, po zajištění dostatečně dlouhého spánku před vyšetřením, aby byly vyloučeny všechny možné faktory, jež by mohly ovlivnit výsledné hodnoty.

Výsledky

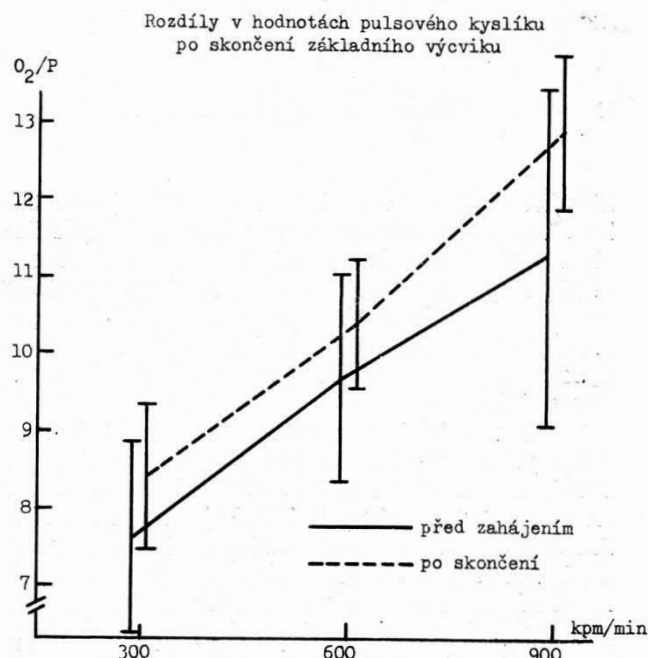
Výsledky jsou souhrnně prezentovány v tab. 1. Z tabulky je patrné, že statistické významnosti dosahují změny pouze u tepové frekvence

a pulsového kyslíku. Naproti tomu u ventilace a spotřeby kyslíku jsou změny diskrétní a ne-signifikantní. Průběh změn je u tepové frekvence a pulsového kyslíku znázorněn ještě na grafu 1 a 2. Ukazuje se, že tyto změny neprobíhají na jednotlivých stupních zátěže kvantitativně stejně. Tepová frekvence reaguje velmi citlivě a významné rozdíly se již projevují na nejnižším stupni zatížení a se stoupajícím zatížením se statistická významnost rozdílů ještě zdůrazňuje. Naproti tomu tepový kyslík vykazuje významnost pouze na nejvyšším stupni zatížení. Vzájemné vztahy mezi spotřebou kyslíku na jedné straně a tepovou frekvencí na straně druhé objasňují mechanismus změn, ke

Graf 1



Graf 2



Tab. 1

Přehled vybraných ukazatelů při submaximálním zatížení

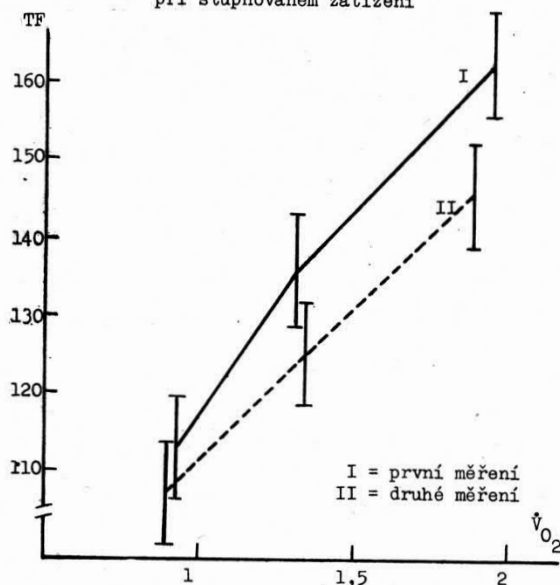
kpm	$\dot{V}$						V_{O_2}						TF						O_2/P					
	300		600		900		300		600		900		300		600		900		300		600		900	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
x	19	21	29	32	42	45	0,92	0,90	1,32	1,33	1,95	1,89	113	107	136	125	163	146	7,6	8,4	9,7	10,4	11,3	12,9
s	5,63	4,85	6,69	4,95	13,29	7,47	0,34	0,15	0,36	0,16	0,69	0,24	13,39	13,32	14,52	13,88	13,77	14,22	2,66	1,90	2,78	1,68	4,36	2,03
t-test	0,62		0,68		0,44		0,11		0,05		0,16		0,64		1,09**		1,72**		0,49		0,43		0,28*	
%	+10,5		+10,3		+7,1		-2,3		+0,7		-3,1		-5,3		-8,1		-10,5		+7,0		+7,2		+14,1	

* statistická významnost na 5% hladině

** statistická významnost na 1% hladině

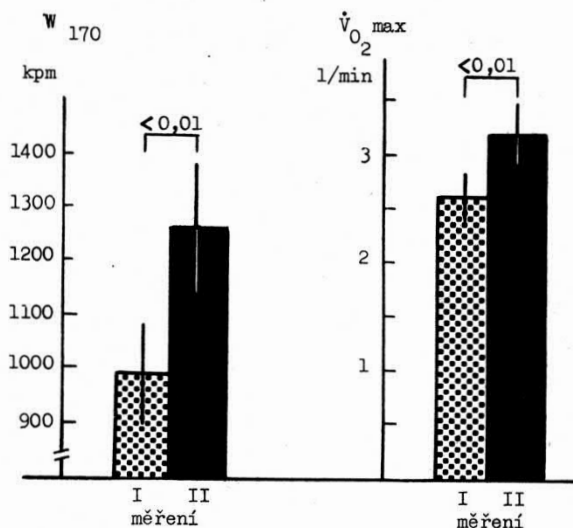
Graf 3

Vztah mezi spotřebou kyslíku a tepovou frekvencí při stupňovaném zatížení



Graf 5

Rozdíly v hodnotě W_{170} a $\dot{V}_{O_2 \max}$ po skončení základního výcviku



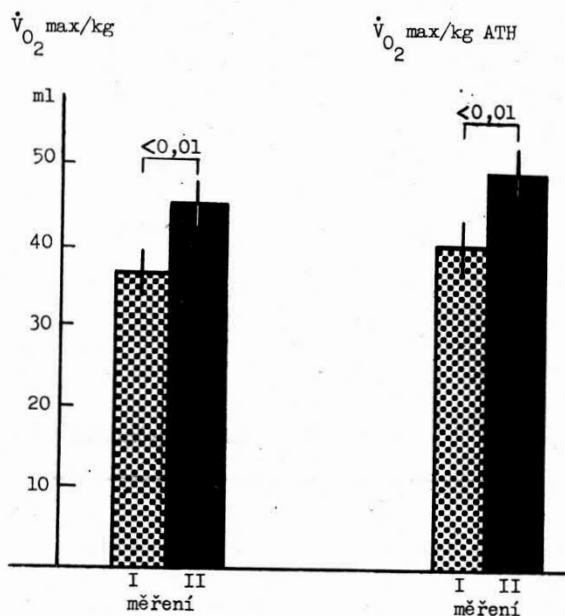
kterým dochází v průběhu výcviku (graf 3). Po skončení základního výcviku mají vyšetřovaní jedinci v průměru nižší tepovou frekvenci při stejné spotřebě kyslíku. Protože spotřeba kyslíku se při stejném zatížení nezměnila, potvrzuje tento vztah, že příčina zlepšení není ve vyšší pracovní účinnosti, ale v regulaci hemodynamické.

Vztah maximální spotřeby kyslíku a tělesné váhy je znázorněn na grafu 4, který ukazuje lineární vzestup s přibývajícím tělesnou hmotností u těchto netrénovaných jedinců. Rozdíly jsou relativně malé, což ukazuje na značnou homogennost souboru. Vlivem základního výcviku se vztah mezi tělesnou hmotností a maximální spotřebou kyslíku nijak nemění, avšak maximální spotřeba kyslíku se dostává v absolutních hodnotách na vyšší úroveň.

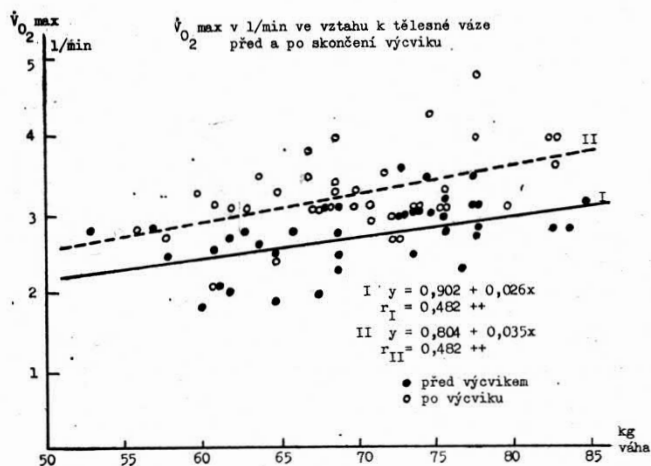
Chování ukazatelů maximální výkonnosti je znázorněno na grafu 5 a 6 a v tabulce 2. Hod-

Graf 6

Rozdíly v hodnotě $\dot{V}_{O_2 \max}/kg$ a $\dot{V}_{O_2 \max}/kg \text{ ATH}$ po skončení základního výcviku



Graf 4



noty ukazují zcela zřetelné zlepšení, které u všech ukazatelů dosahuje vysoké statistické významnosti a při vyjádření v procentech se pohybuje kolem 20. Tentýž jev je v ukazatelích přepočtených na kg váhy i aktivní tělesné hmoty.

Zajímalo nás, jaký je vnitřní mechanismus změn, ke kterým dochází během základního výcviku. Proto jsme výsledky podrobili regresní analýze, při čemž za závisle proměnnou

Tab. 2

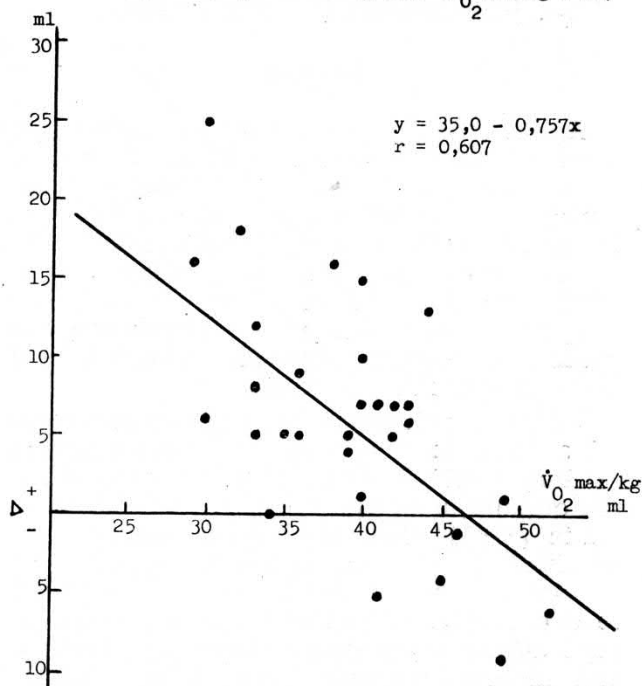
Graf 8

	W_{170}			$\dot{V}_{O_2} \text{ max}$		
	I	II	t-test	I	II	t-test
$\bar{x}$	995	1258	++	2,6	3,2	++
s	179,36	250,98		0,45	0,54	
%			+26,4			+23,07

	$\dot{V}_{O_2} \text{ max/kg}$			$\dot{V}_{O_2} \text{ max/ATH}$		
	I	II	t-test	I	II	t-test
$\bar{x}$	0,037	0,045	++	0,040	0,049	++
s	0,006	0,006		0,006	0,006	
%			+21,6			+22,5

jsme považovali diferenci od původní iniciální hodnoty, kterou jsme zvolili jako nezávisle proměnnou. Výsledky této analýzy jsou na grafech 7, 8 a 9. Tyto grafy současně ilustrují odpověď organismu na základní vojenský výcvik, kdy jedinci s nižší iniciální fyzickou výkonností mají větší přírůstky než jedinci s vyšší zdatností, kteří stagnují, nebo dokonce

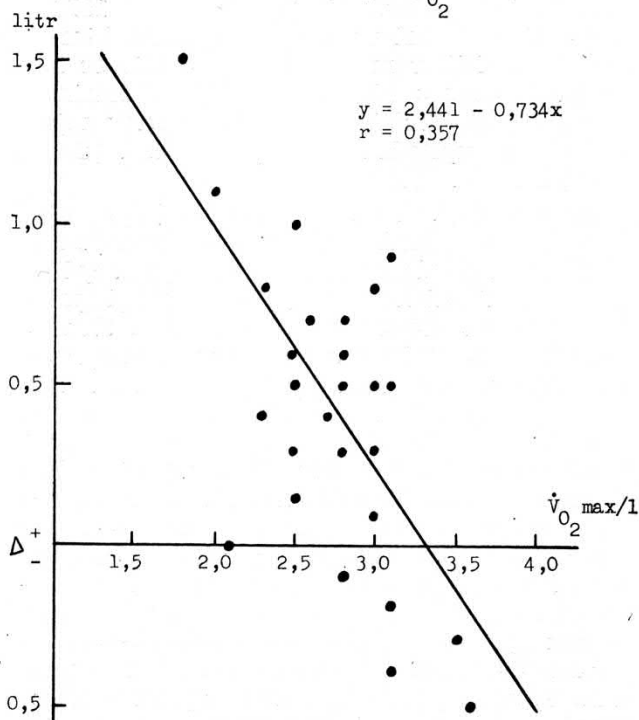
Vztah mezi přírůstkem (Δ) a iniciální hodnotou maximální spotřeby kyslíku na kg váhy ($\dot{V}_{O_2} \text{ max/kg v ml}$)



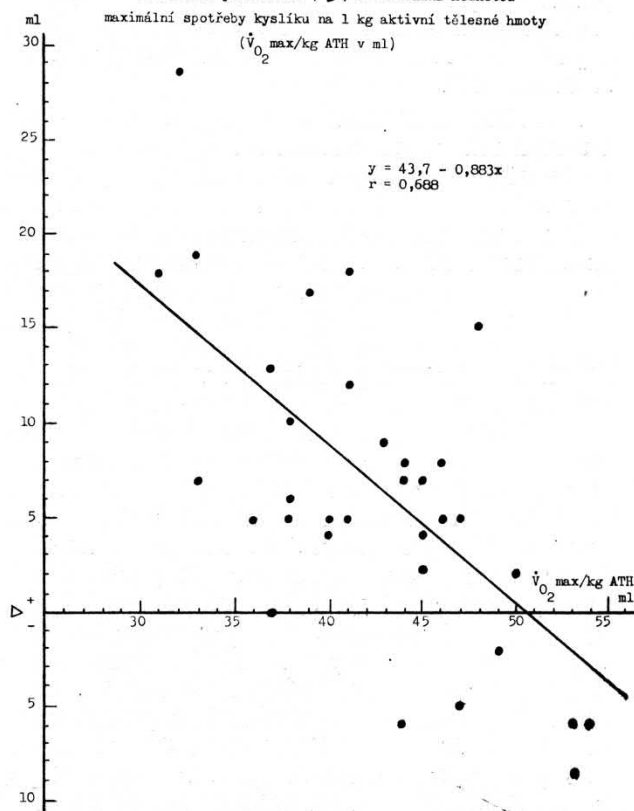
Graf 9

Graf 7

Vztah mezi přírůstkem (Δ) a iniciální hodnotou maximální spotřeby kyslíku ($\dot{V}_{O_2} \text{ max/l}$)



Vztah mezi přírůstkem (Δ) a iniciální hodnotou maximální spotřeby kyslíku na 1 kg aktivní tělesné hmoty ($\dot{V}_{O_2} \text{ max/kg ATH v ml}$)



u nich dochází k poklesu. Je pozoruhodné, že těsnost tohoto vztahu je větší při přepočtu na kg váhy a vůbec největší při přepočtu na kg tělesné aktivní hmoty. Naopak významnou závislost jsme nemohli prokázat u W_{170} .

Diskuse

Pokusíme-li se shrnout naše pozorování, získaná při submaximálním zatížení, ukazuje se, že došlo k příznivému ovlivnění tepové frekvence a pulsového kyslíku. Naproti tomu jak minutová ventilace, tak spotřeba kyslíku zůstaly neovlivněny. Pozitivní změny ukazují, že již během prvního měsíce dochází k oběhové adaptaci, která je s největší pravděpodobností způsobena zvětšením tepového objemu a lepší užití kyslíku na periférii.

Z dosavadních studií, při nichž se provádělo měření cirkulačních funkcí při submaximálním zatížení, vyplývá, že neexistuje obecná odpověď organismu na tréninkový podnět. Tak např. Saltin (1968) zjistil zvýšení tepového objemu po skončení tréninku na všech stupních submaximální zátěže. Naproti tomu Ekblom (1968) se domnívá, že hlavní příčinou zlepšené oběhové adaptace při submaximálním zatížení je zvýšení arteriovenózní difference, a to zásluhou lepší extrakce kyslíku z venózní krve. Naproti tomu tepový objem se podstatně nezměnil. Jestliže tedy můžeme říci, že snížení tepové frekvence a zvýšení pulsového kyslíku má při tréninkové odpovědi na submaximální zatížení obecnější charakter, nedá se říci, zda vztah centrálního a periferního faktoru, tj. tepového objemu a arteriovenózní difference je při submaximálním zatížení stejný, a je pravděpodobné, že se tyto vztahy mohou interindividually lišit.

Výsledky maximální aerobní kapacity i W_{170} a ukazatelů přepočtených na kg váhy ukazují statisticky významný vzestup, který se pohybuje v rozmezí od 21 do 26 %. Pokusy s mladou sedavou populací byly prováděny v Minneapolis (Rowell 1962) a ve Stockholmu (Ekblom 1968), kde přírůstek maximální spotřeby kyslíku činil 13 až 16 %. Naproti tomu Saltin (1968) popisuje přírůstek až 33 %. Frick et al. (1970) zjistil, že u vojáků po nástupu vojenské služby došlo k vzestupu pouze o 6 %. Topograficky nejbližší nám je sledování, které prováděl v západoněmecké armádě Clasing et al. (1966) během desetitýdenního základního výcviku. Zjistil markantní zlepšení u pulsové frekvence a pulsového kyslíku na stejných stupních zátěže. V hodnotách maximální aerobní kapacity došlo ke zvýšení ze 2,9 na 3,15, což činí asi 8 %. Také u W_{170} a maximálního pulsového kyslíku byly změny statisticky významné a dosahovaly 13 % (Clasing et al. 1966). Podobně i u švýcarských rekrutů Egli a Grandjean (1954) konstatují stejně jako v Holandsku Gooswilligen (1965) zlepšení ukazatelů fyzické zdatnosti po skončení prvních týdnů základního výcviku.

Hodnoty těchto přírůstků jsou značně rozdílné, avšak podíváme-li se na výchozí hodnoty, je nám jasné, kde je příčina těchto rozporů. Je tu evidentní závislost mezi iniciální hladinou maximální spotřeby kyslíku a tréninkovým přírůstkem.

Chování maximální aerobní kapacity v průběhu základního výcviku z hlediska počátečních hodnot jsme podrobili proto důkladnější analýze, abychom zjistili, jak se chovají jedinci s různou iniciální hodnotou maximální spotřeby kyslíku a jak reagují na stejné zatížení, dané základním výcvikem. Toto zatížení, které je v absolutních hodnotách stejné, však představuje pro každého jedince z hlediska využití jeho maximální aerobní kapacity jiné zatížení. To znamená, že pro jedince s vyšší maximální aerobní kapacitou se zatížení může jevit jako mírné, zatímco pro jedince s nízkou maximální aerobní kapacitou jako zatížení větší.

Analýza, kterou jsme provedli z hlediska změn ve srovnání s iniciální hodnotou, ukázala významnou negativní korelaci mezi přírůstkem maximální aerobní kapacity a její iniciální hodnotou. Tyto změny, ilustrované graficky (graf 7, 8 a 9), názorně ukazují, že dochází ke zřetelné nivelizaci hodnoty maximální aerobní kapacity, způsobené přesunem nižších iniciálních hodnot směrem nahoru a u menšího počtu jedinců s vysokou výchozí úrovní i směrem dolů. Pro tyto jedince je zřejmě intenzita zatížení nedostatečná k tomu, aby svou výkonnost udrželi, a proto se vyrovnávají směrem k průměru. Naproti tomu jedinci s nízkou úrovní reagují prudkým vzestupem, který je tím vyšší, čím je výchozí hodnota nižší. Tyto změny do značné míry objasňují mechanismus nivelizační tendence, kterou jsme zjistili již v našem předchozím sledování (Bürger, Klimeš 1970) a které si již všiml ve švédské armádě Linroth (1957) a Hellström (1961). Tento vliv se může projevit u ukazatelů i při submaximálním zatížení, čímž lze vysvětlit značnou nejednotnost ve výsledcích různých autorů (Saltin 1968, Ekblom 1968).

Protože úroveň celkové maximální aerobní kapacity je ovlivněna váhou vyšetřovaných, je vztah mezi přírůstkem maximální spotřeby kyslíku a iniciální hodnotou těsnější při přepočtu těchto ukazatelů na kg váhy a ještě těsnější při přepočtu na kg aktivní tělesné hmoty. Zde jsou korelační koeficienty velmi těsné a mohly by nám umožnit z regresní rovnice určitou predikci maximální aerobní kapacity po skončení základního výcviku za předpokladu, že fyzické zatížení během tohoto výcviku se nebude podstatně měnit. Je pravděpodobné, že trvají-li podněty stejného charakteru delší dobu, mohou nivelizační tendence nabýt takového charakteru, že na konci vojenské služby mohou být hodnoty u všech jedinců blízké.

Závislost na tělesné váze se vlivem základního výcviku prakticky nemění, protože korelační koeficient před výcvikem i po výcviku

zůstává prakticky stejný. I když hodnota maximální aerobní kapacity se celkově posunula o něco výše, mají jedinci s větší tělesnou vahou stále větší maximální aerobní kapacitu. Je to proto, že vlivem tréninku dochází sice ke změnám tělesného složení, avšak tělesná váha se podstatně nemění. Z toho by se dalo současně usoudit, že vojáci nastupovali do vojenské služby v poměrně dobrém nutričním stavu, a proto ani racionální strava nevedla k nějaké změně tohoto vztahu. Protože změny, ke kterým došlo v hodnotách váhy i procenta nálezité váhy nemají statistickou významnost, nelze přičíst přírůstek maximální aerobní kapacity na vrub váhových změn.

Z fyziologických studií bylo empiricky stanoveno, že činnost v zaměstnání by neměla přesáhnout 30–50 % individuální hodnoty maximální aerobní kapacity (Astrand 1952, Janda 1964). V moderním průmyslu nepřesahují tyto hodnoty ani při maximální činnosti 15–25 % (WHO 1969). Charakter vojenského výcviku však nelze z tohoto hlediska srovnávat s prací v průmyslu. Střídání vysoce intenzivního fyzického zatížení, které dosahuje 90–100 % maximální aerobní kapacity, kontrastuje na druhé straně s minimálním využitím maximální aerobní kapacity při teoretickém zaměstnání na učebně, takže průměrné využití se pohybuje v rozmezí od 15 do 20 %. Intenzitu nutno posuzovat individuálně podle procenta k celkové maximální aerobní kapacitě. Stejný tréninkový podnět u různě zdatných individuí může být dán různým zatížením. To prakticky vede k tomu, že slabí jedinci se rapidně zlepšují, zatímco jedinci vysoce zdatní se mohou i zhoršovat. Pro jedince vysoce zdatné nepředstavuje ani základní výcvik dostatečný fyziologický podnět ke zvýšení výkonnosti, protože jejich zatížení bylo v civilním životě pravděpodobně větší. Tréninkový efekt se u nich ztrácí a dále se nevyužívá pro potřebu vyšší fyzické připravenosti. V takovém případě nám jednotný výcvik vychovává sice průměrně zdatné jedince, ale nadprůměrně zdatné nám mění na pouze průměrné.

Nabízí se otázka, zda diferencovaný výcvik by nebyl z hlediska dosažení větší maximální aerobní kapacity efektivnější pro bojovou přípravu vojáka, protože by dával možnost výběru a zařazení pro takové profese, kde vytrvalostní složka fyzické výkonnosti stojí v popředí. Tím by se výcvik sám o sobě mohl stát atraktivnějším, soutěživějším a přinesl by i v průměru větší tréninkový efekt, než při dosavadním nediferencovaném přístupu.

Souhrn

Autoři sledovali spiroergometricky 40 vojáků po příchodu do základní služby a po prodělání 4týdenního základního výcviku. Vlivem tohoto výcviku došlo v průměru k významnému zlepšení některých ukazatelů fyzické zdatnosti. Při regresní analýze

výsledků zjistili, že méně zdatní jedinci vykazovali po skončení výcviku vyšší přírůstky v maximální aerobní kapacitě než jedinci fyzicky zdatnější, u nichž se projevil dokonce pokles. Proto autoři uvažují, zda by nebylo vhodné provádět diferencovaný výcvik s odstupňováním zatížení podle úrovně výchozí hodnoty maximální aerobní kapacity.

Literatura

1. Astrand, P. O.: Experimental studies on physical working capacity. Kopenhagen, E. Munksgaard, 1952.
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, s. 218.
3. Bürger, F., Klimeš, J.: Změny tělesné zdatnosti vojáka zjišťované pomocí spiroergometrie. Závěrečná zpráva, České Budějovice 1970.
4. Clasing, D., Durusoy, F. P., Röse, T.: Untersuchungen über die Auswirkung der allgemeinen Grundausbildung der Bundeswehr auf die körperliche Leistungsfähigkeit der Rekruten. 4. Mitteilung: Höchst- und Dauerleistungsfähigkeit vor und nach der allgemeinen Grundausbildung. Sportarzt u. Sportmed., 17, 1966, s. 292.
5. Egli, R., Grandjean, E., Diday, F.: Untersuchungen über die körperliche Leistungsfähigkeit während einer Rekrutenschule. Schweiz. Z. Sportmed., 2, 1954, s. 134.
6. Ekblom, B., Astrand, P. O., Saltin, B., Sternberg, J., Wallström, B.: Effect of training on circulatory response to exercise. J. Appl. Physiol., 24, 1968, s. 518.
7. Frick, M. H., Sjögren, A. L., Peräsalo, J., Pajunen, S.: Cardiovascular dimensions and moderate physical training in young men. J. Appl. Physiol., Vol. 29, 1970, s. 452.
8. Van Gooswilligen, J. C.: Onderzoek naar de invloed van de training op de fysische Konditie van een groep Militairen. Utrecht: Nieuwsblad, Handelsdrukkerij 1965.
9. Hellström, R.: Body build, muscular strength, and certain circulatory factors in military personnel. Acta med. scand. Suppl., 1961, s. 371.
10. Janda, F.: Přiměřenost tělesné práce stupni vývoje mládeže. Doktorská teze, Praha 1964.
11. Linroth, K.: Physical working capacity in conscripts during military service. Acta med. scand. Suppl., 1957, s. 324.
12. Pelnář, P.: Nový způsob vyšetřování výkonnosti systému dýchání — oběh. Praha. ČSAV, 1948
13. Rowell, L. B.: Thesis Minneapolis, Univ. of Minnesota 1962.
14. Saltin, B., Blomquist, Michell, J. H., Johnson, R. L., Wildenthal, K., Chapman, C. B.: Response to Exercise After Bed Rest and After Training. Circulation, 38, Suppl. 7, 1968.
15. Skalický, J.: Vývoj některých ukazatelů zdatnosti v průběhu dvouleté základní služby u skupin vojáků různě zdatných na vrcholu výcviku. VZL, 38, 1969, s. 101.
16. Vokáč, Z.: Korekce respirometrických hodnot. Čas. Lék. čes., 101, 1962, s. 993.
17. Wahlund, H.: Determination of Physical Working Capacity. Acta med. scand., 132, 1948, suppl. 215, s. 1.
18. WHO: Optimum Physical Performance in Adults. Rep. Ser., 1969, No 436.