

356.33:616.12—072.7

TŘÍSTUPŇOVÁ FUNKČNÍ OBĚHOVÁ ZKOUŠKA S VYSTUPOVÁNÍM NA LAVICE — NOVÁ ZKOUŠKA PRO HROMADNÉ VYŠETŘOVÁNÍ TĚLESNÉ VÝKONNOSTI A JEJÍ UPLATNĚNÍ V ARMÁDĚ

MUDr. Vladimír KRÍŽ, subkatedra tělovýchovného lékařství

Institutu pro další vzdělávání lékařů a farmaceutů v Praze

pplk. MUDr. Lubomír KRYL, sportovně-lékařské oddělení vojenské nemocnice v Plzni,

tech. spolupráce: s. Hübnerová, Teichmanová, Havlíčková, Eliášová, ing. Skala

Tělesná výkonnost, morální vlastnosti a stupeň speciálního výcviku jsou základní faktory, které určují kvalitu každého vojáka a tím i kvalitu jednotky, útvaru, svazku, tedy i armády jako takové.

Soudobá bojová činnost vyžaduje od každého příslušníka armády krajní vypětí morálních a tělesných sil; k tomu je zaměřen i výcvik během vojenské základní služby, který má rovněž upevňovat zdraví, rozvíjet tělesné i duševní funkce organismu a tím zabezpečit dosažení určitého stupně vytrvalosti, síly, obratnosti, rychlosti i rozhodnosti, což jsou základní předpoklady pro plnění náročných úkolů jak pro řadové vojáky, tak i specialisty.

Technizace armády nikterak nezmenšuje náročnost na fyzickou zdatnost. Naopak při dnešním způsobu boje, kdy operace jsou vedeny prakticky nepřetržitě řadu dní, musí organismus být zdatný, aby byl schopen co nejdéle odolávat únavě a všem vlivům, které ovlivňují vojáka ve složitých situacích.

Základy k vyšetřování tělesné výkonnosti pro potřeby armády položili v r. 1943 Brouha, Graybiel a Heath [2] zavedením nové vyšetřovací metody — step-testu. Tato metoda se postupně rozšířila téměř po celém světě, u nás byla publikována Hornofem v r. 1952 [12]. Odstraňováním některých nevýhod původního step-testu vznikla řada modifikací této zkoušky. Byl měněn způsob [13, 14, 15, 33] vystupování (střídání nohou), výška [3, 4, 7, 16, 22, 23, 25, 26, 27] stupně (50 cm a méně, při některých modifikacích je výška stupně měnitelná), frekvence vystupování [23] nebo doba vystupování [10, 22]. Vzhledem k novým poznatkům ve funkční diagnostice oběhového systému byla tepová frekvence měřena i v nejrannějších fázích zotavení [5, 6, 15, 22, 27, 32, 34, 35] a během vlastního vystupování [5, 6, 9, 16, 35]. Byla zjišťována reakce na více stupňů tělesného zatížení, které byly u těchto modifikací step-testu získány vystupováním na stupně různé výšky [7, 22, 23, 26] nebo vystupováním různou frekvencí výstupů [23]. Při všech dosud používaných modifikacích, při kterých není zkrácena doba vystupování, trvá vyšetřování jedné osoby minimálně 5 minut + čas potřebný k měření TF během zota-

vení. V Československu jsou používanější dvě modifikace, první pro zjišťování tělesné výkonnosti sportovců [13, 14, 15, 17, 29, 40], druhá pro jednotné použití step-testu v armádě [19, 25, 30, 31, 32, 33, 37]. V obou případech trvá jedno vyšetření téměř 9 minut, což znamená, že k vyšetření 100 osob je zapotřebí 15 hodin, při maximálně úsporné organizaci 9 hodin. To je hlavní důvod, proč bylo prakticky neuskutečnitelné, aby byl takto vyšetřen každý bránc, či voják nebo dokonce, aby toto vyšetření bylo u každého vojáka během vojenské služby opakováno. Nová třístupňová zkouška, speciálně určená pro hromadná vyšetření, tuto nevýhodu odstraňuje, vyšetření 100 osob trvá 1 hodinu 53 min., přičemž je možno z výsledků provést detailní rozbor z několika hledisek.

Podstata zkoušky. Principem zkoušky je trojí měření tepové frekvence (TF): po vystupování na lavici 10 cm vysokou, 20 cm a 40 cm vysokou. Každé vystupování trvá 4 minuty. Zkoušku začínají vyšetřovaní v minutových intervalech za sebou a v těchto časových intervalech postupují celou zkouškou a všemi měřeními (obr. 1). Pro každé měření je rezervován čas 20 vteřin. O těchto 20 vteřin se posune začátek i konec

Obr. 1



Provádění zkoušky v praxi

ČÍSLO TESTOVANÉ OSOBY

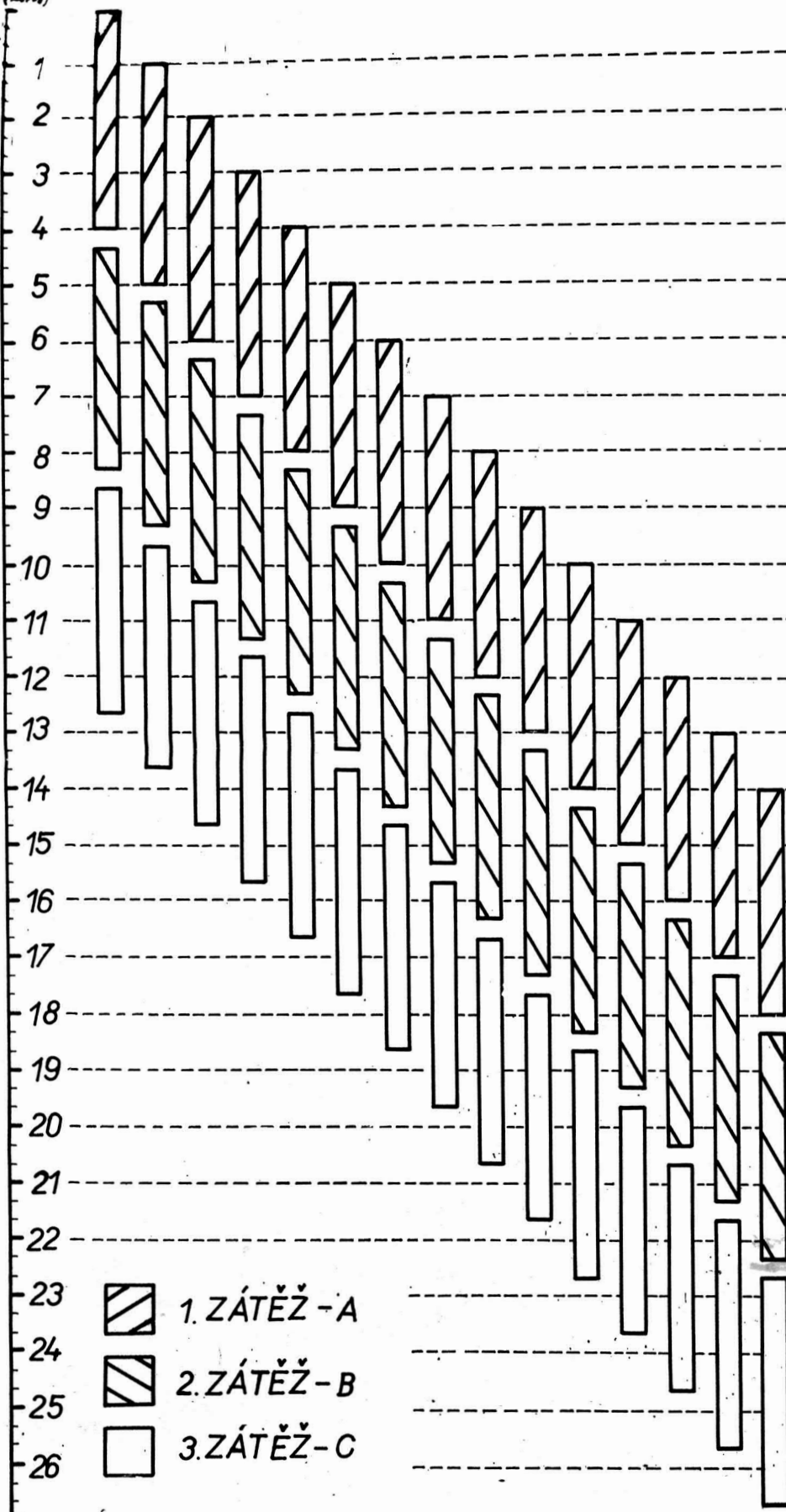
Obr. 2

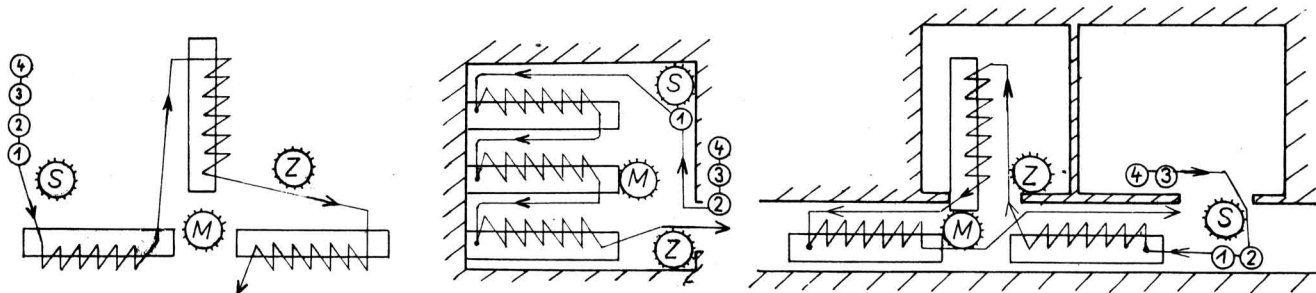
ČAS (min) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

FORMULÁŘ PRO ZÁPIS MĚŘENÍ

I.	II.	III.	IV.
ČAS	SLED	DOBA	TF
MIN VT	MĚŘENÍ	10 TEPU	
4	1 A		
5	2 A		
6	3 A		
7	4 A		
8	5 A		
8 20	1 B		
9	6 A		
9 20	2 B		
10	7 A		
10 20	3 B		
11	8 A		
11 20	4 B		
12	9 A		
12 20	5 B		
12 40	1 C		
13	10 A		
13 20	6 B		
13 40	2 C		
14	11 A		
14 20	7 B		
14 40	3 C		
15	12 A		
15 20	8 B		
15 40	4 C		
16	13 A		
16 20	9 B		
16 40	5 C		
17	14 A		
17 20	10 B		
17 40	6 C		
18	15 A		
18 20	11 B		
18 40	7 C		
19 20	12 B		
19 40	8 C		
20 20	13 B		
20 40	9 C		
21 20	14 B		
21 40	10 C		
22 20	15 B		
22 40	11 C		
23 40	12 C		
24 40	13 C		
25 40	14 C		
26 40	15 C		

-  1. ZÁTĚŽ - A
-  2. ZÁTĚŽ - B
-  3. ZÁTĚŽ - C





Obr. 3

Možnosti sestavení lavic: a) v prostorné místnosti, b) v menší místnosti, c) na chodbě a v přilehlé místnosti. Kroužky znázorňují rozmístění personálu (S — startér, M — měřící osoba, Z — zapisovatel) a osob připravených ke zkoušce (1—4). Při každé sestavě je šipkami znázorněn pohyb každého vyšetřovaného během zkoušky

vystupování na další lavici a tedy i měření tepové frekvence po tomto vystupování (obr. 2). Začíná-li tedy měření každého vyšetřovaného u lavice 10 cm vysoké v celou minutu (v X min. 00 vteř.), začíná měření každého vyšetřovaného u lavice 20 cm vysoké o 20 vteřin později (v Y min. 20 vteř.) a u lavice 40 cm vysoké opět o 20 vt. později (tj. v Z min. 40 vt.). Tento „fázový“ posun umožňuje, že i v plném chodu zkoušky, tj. v době, kdy během jedné minuty končí na každé lavici čtyřminutové vystupování jedna osoba, stačí všechna měření tepové frekvence provádět jediný člověk.

Probandi procházejí v minutových intervalech za sebou a jejich vyšetření trvá podle počtu $x + 13$ min. Vyšetření 100 osob trvá 1 hod. 53 min. (standardním step-testem trvá vyšetření 100 osob 15 hod.), přičemž je možno z výsledků provést detailní rozbor z několika hledisek.

Pomůcky: 3 lavice, délky 250 cm, šířky 35 cm, výšky 10 cm, 20 cm a 40 cm, metronom, velké

stopky, dvoje malé stopky, sada čísel, fonendoskop, formulář zápisu startéra (tab. 1), formulář zápisu zapisovatele (obr. 2).

Postup vyšetřované osoby během zkoušky. Vyšetřovaní jsou shromážděni v blízkosti startéra, ten každému přidělí číslo a zapíše si jeho jméno, číslo osobní známky, zařazení (funkci), délku vojenské služby, věk, výšku a váhu (viz formulář startéra — tab. 1). Vystupování na každou lavici začíná na zevním konci lavice, tj. na tom konci, který je vzdálenější od místa, kde stojí měřící osoba (obr. 3). Každý proband na startérův povel začíná vystupovat na nejnižší lavici, během vystupování se posunuje směrem k měřící osobě. Zde mu měřící osoba dá povel k ukončení vystupování, změří mu TF a odešle jej k dalšímu stoupání na zevní konec střední lavice. Vystupování na střední lavici se děje opět při současném posunu k měřící osobě, opět do povelu k ukončení tohoto vystupování. Po druhém změření přejde vyšetřovaný stejným způsobem

Tabulka 1

Hlavička formuláře startéra. Kompletně vyplněný formulář (tj. i s výsledky měření) zpracovává strojní početní stanice

Útvar:

Datum zkoušky:

Pohlaví:

list:

Příjmení a jméno	Věk	Výška	Váha	TF 10	TF 20	TF 40	Číslo osobní známky	ČVO	Délka voj. služby vojáci	
									z po- vol.	v zá- kl. sl.
									let	měs.
Záznamy str. poč. stanice										
1.										
2.										
3.										
4.										
5.										
6.										

Harmonogram zkoušky pro 15 osob. Různě šrafované sloupce znázorňují dobu vystupování každého vyšetřovaného. Z harmonogramu vyplývá formulář pro zápis měření, v jehož sloupci I je čas každého měření, ve sloupci II číslo měřené osoby (1—15) a označení lavice, u níž má být měření prováděno (A, B, C); do sloupce III se zapisuje změřená doba trvání 10 srdečních cyklů, do sloupce IV tepová frekvence za minutu převedená podle tabulky

na zevní konec nejvyšší lavice, kde ihned začne vystupovat. Po třetím změření odevdá číslo na určené místo a zkouška je pro něj ukončena.

Způsob vystupování. Vyšetřování vystupují na všechny lavice frekvencí 30 výstupů za minutu. Rytmus udává metronom nastavený na frekvenci 60 úderů/min., což znamená, že proband při každém lichém úderu stojí oběma nohama (při natažených kolenou) nahoře na lavici a při každém sudém úderu stojí jednou nohou (celým chodidlem) na zemi, druhou má opřenou (pokrčenou v koleně) o desku lavice (obr. 4). Při vystupování se pravidelně střídá končetina, která vynáší na lavici váhu celého těla. Střídání nohou provádí vyšetřovaný tak, že s lavice sestupuje na zem vždy opačnou nohou než tou, kterou na lavici vystoupil. Tento způsob je stejný, jako při modifikacích step-testu u nás nejpoužívanějších.

Výpočet výkonu při vystupování na lavice. Fyzikální výkon při vystupování na lavice počítáme v kpm/min. (kilopondmetrech za 1 minutu). Toto číslo nám udává celkové množství zátěže v kg zvednuté během 1 minuty do výše 1 m.

Vypočte se podle vzorce: váha probanda (v kg) $\times$ výška lavice (v m) $\times$ počet výstupů za 1 minutu.

Vypočtený výkon zahrnuje pouze práci, která je vykonávána zvedáním váhy těla do příslušné výšky (tzv. pozitivní práce). Není zde započtena práce spojená s přenášením váhy vpřed (při vystupování) a vzad (při sestupování) a práce, kterou představuje snášení váhy těla při sestupování (tzv. negativní práce). Naproti tomu zde počítáme se zvedáním váhy celého těla, ačkoli vždy jeden bērec zůstává při sestupování na lavici (a jeho váha není zvedána) a rovněž dolní část stehna této nohy je zvedána do menší výšky, než je výška lavice. Obě nepřesnosti jsou konstantní, závisí na váze vyšetřovaného, jsou opačného znaménka, čímž se vzájemně téměř ruší.

Způsob měření. Při zkoušce se měří tepová frekvence ihned po ukončení každého vystupování tak, aby naměřené hodnoty byly co nejbližší hodnotám pracovním (22, 27, 32, 35). Prakticky to provádíme tak, že měříme osobu přímo na

Tabulka 2

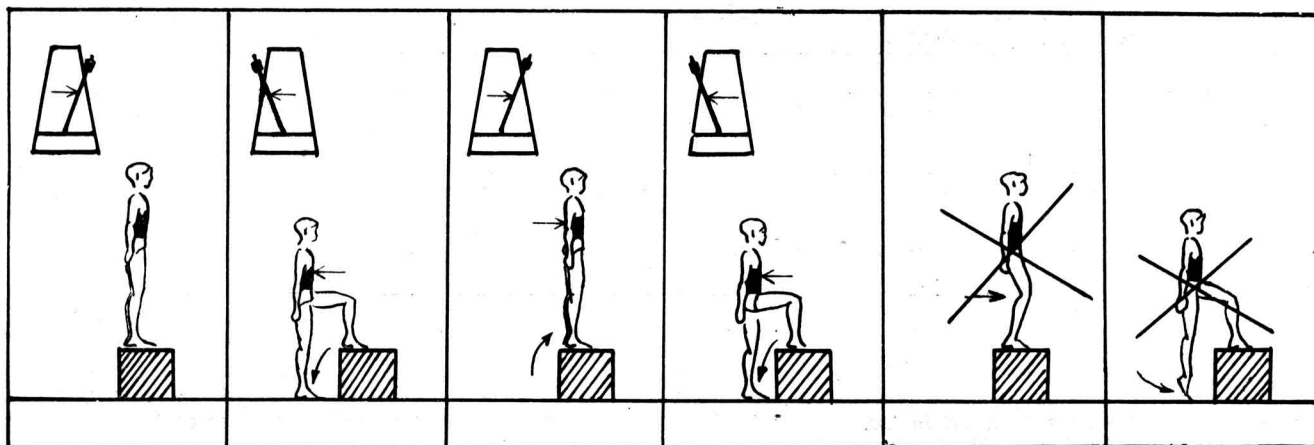
Tabulka pro výpočet tepové frekvence z doby trvání 10 srdečních cyklů

1.—11. tep (vteř.) TF		1.—11. tep (vteř.) TF		1.—11. tep (vteř.) TF	
15,0	40			5,9	102
14,3	42	8,8	68	5,8	103
13,6	44	8,7	69	5,7	105
13,0	46	8,6	70	5,6	107
12,5	48	8,5	71	5,5	109
12,0	50			5,4	111
11,7	51	8,3	72	5,3	113
11,5	52	8,2	73	5,2	115
11,3	53	8,1	74	5,1	118
11,1	54	8,0	75	5,0	120
10,9	55	7,9	76	4,9	122
		7,8	77	4,8	125
10,7	56	7,7	78	4,7	128
		7,6	79	4,6	130
10,5	57	7,5	80	4,5	133
10,4	58	7,4	81	4,4	136
		7,3	82	4,3	140
10,2	59	7,2	83	4,2	143
		7,1	84	4,1	146
10,0	60	7,0	85	4,0	150
9,8	61	6,9	87	3,9	154
9,7	62	6,8	88	3,8	158
		6,7	89	3,7	162
		6,6	90	3,6	167
9,5	63	6,5	92	3,5	171
9,4	64	6,4	93	3,4	176
		6,3	95	3,3	182
9,2	65	6,2	96	3,2	187
9,1	66	6,1	98	3,1	193
9,0	67	6,0	100	3,0	200

lavici nebo vedle lavice a měření začínáme současně s povelom vyšetřovanému k ukončení vystupování. Měříme dobu trvání 10 srdečních cyklů, kterou pak přepočítáváme podle tabulky (tab. 2) na počet srdečních cyklů za minutu. Měření provádíme buď palpačně nebo auskultačně.

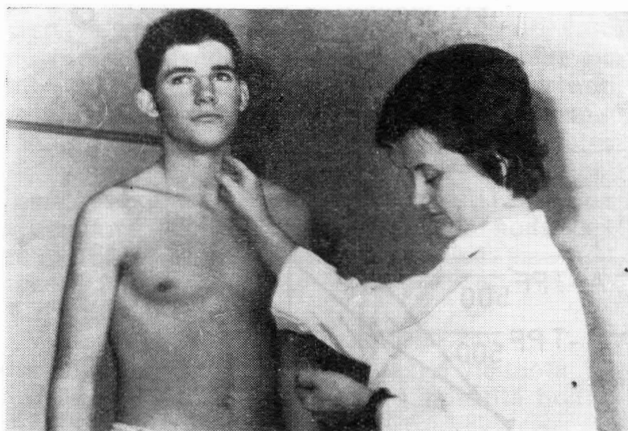
Obr. 4

Způsob vystupování



Palpací hmatáme tep na krku na arterii carotis (obr. 5), kde je ihned po vystupování lépe

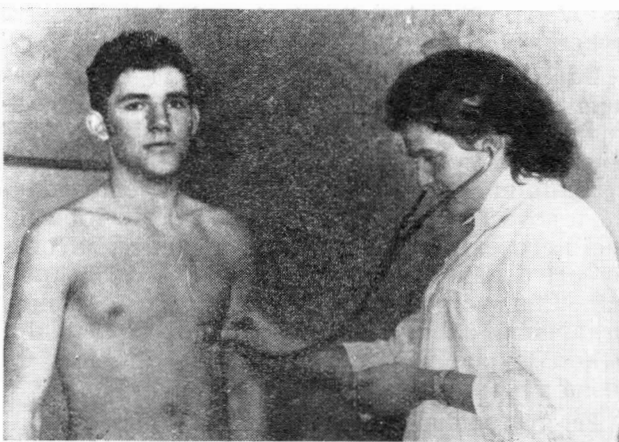
Obr. 5



Měření tepové frekvence palpací na a. carotis (Foto)

hmatný než na ruce na arterii radialis. Po vyhmátnutí pulsu zapneme stopky při vrcholu pulsové vlny, tuto vlnu počítáme jako prvou a při vrcholu **jedenácté** stopky zastavíme (mezi prvou a jedenáctou systolou je deset srdečních akcí). Výhodou je, že můžeme měření provádět na oblečených osobách. Nevýhodou měření TF palpací na arterii carotis je možnost nadměrného podráždění vegetativních interoreceptorů a tím vyvolání kolapsu, event. dalších cirkulačních změn. Hrubému podráždění interoreceptorů se vyhneme jemnou palpací. Změřili jsme touto cestou přes 3 tis. osob a dosud jsme se s žádnými cirkulačními poruchami nesetkali. Při auskultaci měříme čas mezi první a jedenáctou systolickou ozvou. Auskultujeme nad oblastí srdečního hrotu (obr. 6). Výhodou měření auskultací

Obr. 6



Měření tepové frekvence auskultací (Foto)

je přesnější diferenciace v jednom srdečním cyklu (chlopňová ozva je přesněji vymezená než pulsová vlna).

Personál

Startér určuje začátek zkoušky pro každého vyšetřovaného a zajišťuje plynulost celé zkoušky. Podle stopek dává každou celou minutu povel dalšímu vyšetřovanému k zahájení zkoušky. Předtím mu vydá pořadové číslo a zapíše si do svého formuláře (tab. 1) osobní údaje o vyšetřovaném.

Zapísovatel zapisuje údaje o měření tepové frekvence, které mu hlásí měřící osoba. Má připraveny stopky, formulář zápisu zapisovatele (pravá strana obr. 2), tabulku pro přepočet doby trvání 10 srdečních cyklů na počet srdečních cyklů za 1 minutu (tab. 2).

Práce měřící osoby je nejodpovědnější a nejnáročnější a její případné chyby mohou výrazně ovlivnit výsledek zkoušky. Měřící osoba potřebuje dostatečný výcvik ve zvoleném způsobu měření TF a v provádění měření během zkoušky. Při plném obsazení lavic (tj. od 12. minuty) každých 20 vteřin dává jednomu vyšetřovanému povel k ukončení vystupování, změří mu TF, ohlásí dobu trvání 10 srdečních cyklů zapisovateli a odešle změřenou osobu k dalšímu stoupání (obr. 7). Začátek a místo jednotlivých měření se řídí podle dvou jednoduchých pravidel:

1. Na každou lavici smějí najednou stoupat maximálně 4 osoby. Jakmile začíná stoupat pátá, musíme dát jedné — nejdéle stoupající („přebýtečné“) osobě povel k ukončení stoupání a změřit jí TF.

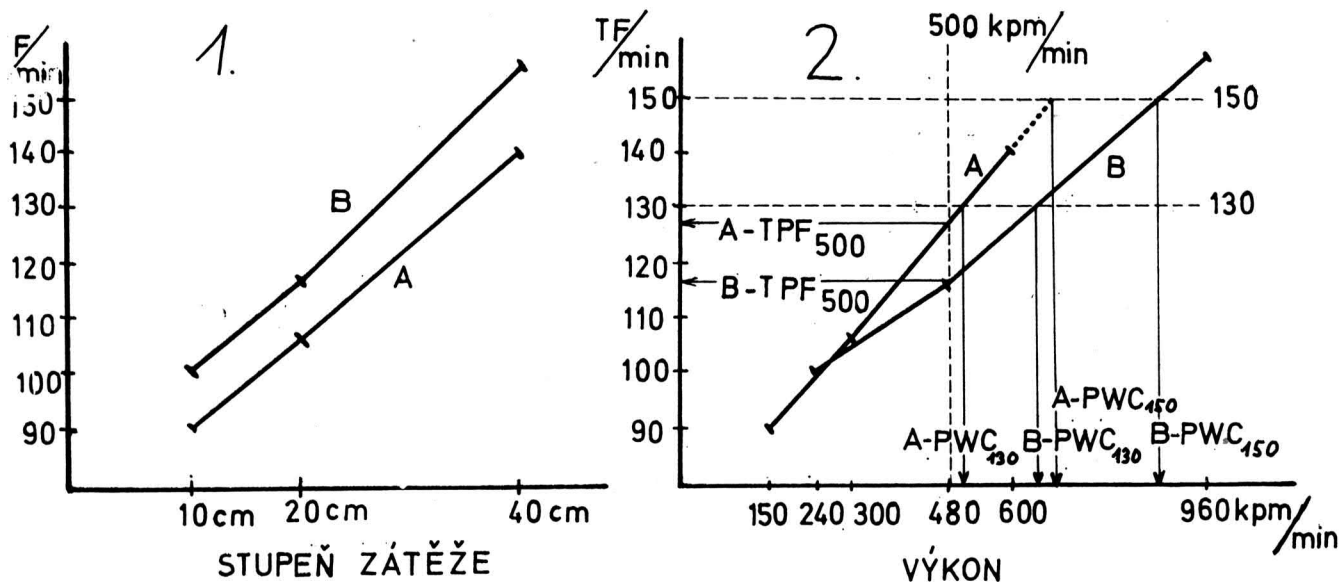
2. Měření u lavice 10 cm vysoké začínáme vždy v celou minutu, měření u lavice 20 cm vysoké začínáme vždy kolem 20. vteřiny každé minuty, měření u lavice vysoké 40 cm začínáme vždy kolem 40. vteřiny každé minuty.

Funkci startéra a zapisovatele může po náležitém poučení vykonávat kdokoli. Jako měřící osoby jsou nejvhodnější lékař nebo zdravotník s výcvikem v měření TF tímto způsobem, případně tělovýchovný pracovník, u kterého si lékař po dokonalém výcviku celé metodiky ověřil, že měří dobře a přesně a že dovede zvládnout organizaci a řízení celé zkoušky. Abychom mohli porovnat výsledky vyšetření tělesné výkonnosti touto zkouškou, prováděné u různých útvarů, různou dobu a různým personálem, je nutno provádět všechna vyšetření za standardních podmínek: ráno (6—10 hod.), na lačno, v dobře větrané místnosti při teplotách 16—22 °C. Vyšetřovaní muži provádějí zkoušku v trenýrkách a v cvičební obuvi, ženy mají navíc podprsenku a tílko (TF měříme palpací na arterii carotis). Vyšetřované osoby nesmějí den před zkouškou provádět vyčerpávající tělesné výkony, večer před zkouškou nesmějí pít alkoholické nápoje a musí mít zabezpečen dostatečný spánek. Vlastní příchod ke zkoušce musí být organizován tak, aby nedošlo k porušení tělesného a duševního klidu. Těsně před zkouškou vojáci sedí nebo postávají, nekouří.

Hodnocení zkoušky. Výsledkem zkoušky pro každého vyšetřovaného jsou TF naměřené po

OSOBA A (50 kg) $TF_{10}=90$ $TF_{20}=105$ $TF_{40}=140$

OSOBA B (80 kg) $TF_{10}=100$ $TF_{20}=115$ $TF_{40}=155$



Obr. 7

Grafické znázornění obou způsobů hodnocení zkoušky

vystupování na lavice 10, 20 a 40 cm vysoké, které ukazují stupeň adaptace především kardiovaskulárního aparátu (ale i dýchání a svalstva dolních končetin) na tři stupně submaximální zátěže. Stupeň adaptace a tedy i výsledky zkoušky hodnotíme dvojím způsobem.

Při prvním způsobu (obr. 7—1) hodnotíme naměřené hodnoty TF pouze vzhledem k užitečnému výkonu, které představuje vynášení tělesné váhy do standardní výšky bez přihlídnutí k tělesné váze vyšetřovaného. Čím je TF naměřená při určitém vystupování vyšší, tím je horší adaptace organismu na tuto zátěž a tím je horší tělesná výkonnost. Tímto způsobem hodnotíme tedy přímo tři naměřené TF nebo jejich součet, který je indexem zkoušky (tj. hodnotu udávající výsledek zkoušky jedním číslem).

Při druhém způsobu hodnocení vztahujeme naměřené hodnoty TF k fyzikálnímu výkonu, který podává vyšetřovaný při vystupování (obr. 7—2). Tento způsob bere zřetel na tělesnou váhu testované osoby. Čím větší je tělesná váha, tím větší je fyzikální výkon při každém vystupování. Při tomto způsobu hodnocení přiznáváme těžším osobám podávajícím při jednotlivých vystupováních vyšší výkon nárok na vyšší hodnoty TF. Vyjádřením tohoto stavu je např. fyzikální výkon při vystupování připadající na jeden srdeční cyklus (tento způsob vyjádření vztahu používá pod termínem watt-puls Roskamm — 28).

Známější vyjádření vztahu mezi pracovní tepovou frekvencí a podávaným výkonem jsou hodnoty PWC (Physical Working Capacity — 1, 21, 22, 24, 34, 36, 38), které získáváme odečítá-

ním interpolací nebo extrapolací z grafu. Např. PWC 170 je fyzikální výkon, kterého by vyšetřovaný dosáhl při 170 tepech za minutu. Při submaximálních zátěžích musíme většinou PWC 170 odečítat extrapolací, což je způsob méně přesný než interpolace (1, 20, 21). Stejným způsobem můžeme z grafu odečíst i PWC pro nižší tepovou frekvenci (20, 21, 22), např. pro TF 150/min. (PWC 150). Výpočet tohoto údaje, získaný většinou interpolací, je přesnější (obr. 7—2). Čím jsou hodnoty PWC vyšší, tím je reakce organismu na tělesné zatížení příznivější (při standardní tepové frekvenci je vyšetřovaný schopen podat větší výkon) a tím je i lepší jeho tělesná výkonnost.

Dalším ukazatelem vztahu mezi TF a podávaným výkonem je TPF (theoretische Pulsfrequenz) (20, 21, 22), což je tepová frekvence, kterou by měl vyšetřovaný při určitém standardním fyzikálním výkonu. Např. TPF 1000 je teoretická tepová frekvence (odečtena z grafu interpolací nebo extrapolací), kterou by měl vyšetřovaný při podávání fyzikálního výkonu 1000 kpm/min. Čím jsou hodnoty TPF nižší, tím je reakce organismu ekonomičtější (standardní fyzikální výkon je podáván při nižší TF) a tím je i tělesná výkonnost lepší.

Při grafickém znázornění tohoto způsobu hodnocení získáme dvě navazující úsečky (procházející třemi přesně definovanými body), které při prodloužení vytvářejí buď přímku, nebo lomenou čáru s úhlem otevřeným k ose x nebo y (20, 21, 22).

První způsob hodnocení zkoušky vystihuje lépe reakci organismu na tělesné činnosti, při

nichž je současně přenášena tělesná váha (chůze, běh, vstávání, přenášení břemen). Při těchto činnostech je totiž rozhodující reakce na užitečný výkon (např. na překonání určité vzdálenosti) a nezáleží na tom, jakou tělesnou váhu má osoba provádějící činnost. (Těžší osoba podává při těchto činnostech větší fyzikální výkon, protože musí současně přenášet svoji tělesnou váhu.) Práce spojená s přenášením vlastní tělesné váhy je tedy z hlediska konkrétní činnosti (např. překonávání určité vzdálenosti) zcela neúčinná, a proto také tento způsob hodnocení na ni nebere zřetel. Stejným způsobem jsou hodnoceny i výsledky u nás běžně prováděných modifikací step-testu.

Vycházíme-li z údajů průměrné tělesné váhy dospělého muže 70 kg, je náležitá hodnota pro TF_{10} 89 tepů/min (norma = náležitá hodnota $\pm 10\%$, tj. 80–98 t/min), pro TF_{20} 106 tepů/min (norma = 95–117), pro TF_{40} 140 tepů/min (norma = 126–154), pro ΣTF 334 tepů/min (norma = 301–365). Tyto normy jsme odvodili s výsledků švédských prací se stupňovitou zátěží [1, 38], jejichž platnost pro naši populaci ověřili Soulek [34], Škranc [36].

Stejným způsobem jsme vypočetli normy i pro druhý způsob hodnocení zkoušky, které udávají náležitě hodnoty TF pro osoby určité váhy [tab. 3, 4] a náležitě hodnoty PWC a TPF [tab. 5].

Diskuse

Principy a hodnocení zkoušky vycházejí ze dvou základních předpokladů:

1. že vyšetřování po 4 minutách vystupování mají ustálené hodnoty pracovní TF (steady state tepové frekvence).
2. že hodnoty TF naměřené ihned po ukončení zátěže se podstatně neliší od hodnot pracovních.

Ad 1. Pro dosažení stavu, kdy se organismus dokonale adaptoval na určitou standardní práci (steady state), je udávána různě dlouhá doba nejčastěji v rozsahu od 4 do 10 minut [1, 11, 17, 18, 22, 24, 29, 33, 34, 35, 38]. Většina funkčních zkoušek, které trvají 6 minut a déle, počítá s nástupem steady state ve 3. až 4. minutě a další doba slouží především k ověření, že k tomuto stavu u vyšetřovaného došlo. Ze všech faktorů, které ovlivňují nástup steady state, považujeme za nejpodstatnější **intenzitu zatížení** (čím větší intenzita zatížení, tím pozdější nástup steady state), **stupeň přípravy** (rozcvičení) na danou zátěž (čím lepší rozcvičení, tím rychlejší nástup steady state), obecnou vytrvalost, trénovanost nebo **tělesnou výkonnost** vyšetřovaného (čím větší trénovanost, tím rychlejší a dokonalejší adaptace), **speciální trénovanost** vyšetřovaného pro způsob tělesného zatížení při zkoušce (čím lépe má vyšetřovaný způsob tělesné zátěže na cvičení nacvičen, tím rychleji a dokonaleji dochází k adaptaci na tuto zátěž) a konečně **způsob hodnocení steady state** (čím se steady state hodnotí komplexněji, tím pozdější shledáváme nástup steady state).

Tab. 3

Náležité hodnoty tepové frekvence pro muže při vystupování na lavice 10, 20, 40 cm vysoké

Muži norm.						
Váha v kg (V)	0,24V + 72 TF_{10}	0,48V + 72 TF_{20}	0,96V + 72 TF_{40}	1,51V + 195 $\Sigma TF - 10\%$	1,68V + 216 ΣTF	1,74V + 243 $\Sigma TF + 10\%$
50	84	96	120	270	300	330
55	85	98	125	278	308	339
60	86	101	130	286	317	347
65	88	103	134	293	325	356
70	89	106	140	301	334	365
75	90	108	144	308	342	377
80	91	110	149	316	350	382
85	92	113	154	323	359	391
90	94	115	158	331	367	400
95	95	118	163	338	376	408
100	96	120	168	346	384	417
105	97	122	173	354	392	426
110	98	125	178	361	401	434
115	100	127	182	369	409	443
120	101	130	187	376	418	452

Tab. 4

Totéž pro ženy

Ženy norm.						
Váha v kg (V)	0,34V + 78 TF_{10}	0,68V + 78 TF_{20}	1,36V + 78 TF_{40}	2,14V + 211 $\Sigma TF - 10\%$	2,38V + 234 ΣTF	2,63V + 256 $\Sigma TF + 10\%$
50	95	112	146	318	353	388
55	97	115	153	329	365	401
60	99	119	160	339	377	414
65	100	122	166	350	389	427
70	102	127	173	361	401	440
75	104	129	180	372	413	453
80	105	132	187	382	424	466
85	107	136	(194)	393	436	480
90	109	139	(200)	404	448	493
95	110	143	(207)	414	460	506
100	112	146	(214)	425	472	519
105	114	149	(221)	436	484	532
110	115	153	(228)	446	496	545
115	117	156	(234)	457	508	558
120	119	160	(241)	468	520	572

Tab. 5

Normy pro PWC a TPF

Údaj	Muži	Ženy	Jednotka
PWC 130	440	750	kpm/min
PWC 150	620	1000	kpm/min
PWC 170	800	1250	kpm/min
TPF 500	137	109	TF/min
TPF 1000	(194)	150	TF/min

Předpokládáme, že při naší zkoušce dojde k steady state tepové frekvence z těchto důvodů:

- a) první zatížení je velmi malé intenzity a na všechna ostatní zatížení je organismus připraven („předadaptován“) předchozí zátěží,
- b) způsob zatížení využívá dynamického stereotypu, který mají vyšetřovaní dokonale fixováni denní chůzí do schodů (speciální trénovanost),
- c) zjišťujeme adaptaci oběhového systému, a to pouze měřením TF, která nejrychleji reaguje na tělesné zatížení,
- d) při zkoušce není možnost přesvědčit se, zda došlo k steady state, takže z této příčiny není nutno zkoušku prodlužovat.

Tyto předpoklady jsme ověřili praktickými pokusy, jejichž závěry byly publikovány [22] nebo vyplývají z tab. 6. Zjistili jsme, že stálých hodnot TF při všech stupních zátěže dosáhne asi 85 % vyšetřovaných. Vzhledem k tomu, že je známo, že při pětiminutovém step-testu dosáhne těchto hodnot 73 % trénovaných osob [35] a 30–50 % populace [33], jsou výsledky naší zkoušky daleko příznivější, zvláště, když je známo, že některé osoby nedosáhnou steady state ani při déle trvajícím zatížení.

Ad 2. Oba způsoby hodnocení zkoušky vycházejí z předpokladu, že hodnoty TF naměřené při zkoušce se jen nepatrně liší od hodnot pracovní TF na konci 4. minuty vystupování. Vycházeli jsme z vlastní zkušenosti z lékařsko-pedagogického sledování i z ověřování tohoto způsobu měření TF při zkoušce [22], že hodnoty naměřené v prvních vteřinách po práci jsou téměř shodné s hodnotami pracovními (tab. 7). Odchyly ve smyslu poklesu TF jsou tím častější a větší, čím později je zahájeno měření a čím déle měření trvá. Často jsme se setkali i s malým vzestupem hodnot bezprostředně po ukončení práce.

Stejně zkušenosti měli i pracovníci, kteří měřili TF bezprostředně po ukončení step-testu. Jejich závěry vyústily v zavedení dalšího způsobu hodnocení step-testu měřením TF mezi 5. a 15.

vteřinou po ukončení práce. Možnosti použití hodnot TF ihned po práci jsou probírány i v literatuře [22, 27, 32, 35].

Strojní početní zpracování zkoušky

Zkouška je určena pro vyšetření větších počtů osob. Pokud je použita při vyšetření menších kolektivů, je možno její zpracování a vyhodnocení provádět individuálním výpočtem. Prostým součtem naměřených hodnot TF zjistíme index zkoušky, který můžeme porovnat s tabulkou norem z hlediska obou způsobů hodnocení. Hodnoty PWC a TPF můžeme odečítat z grafického znázornění výsledků zkoušky, nebo je můžeme vypočítat ze dvou stupňů zátěží podle vzorců [21].

Výpočet a zhodnocení výsledků zkoušky, prováděné tímto způsobem, trvá u jedné vyšetřené osoby podle organizace výpočtů a početní zdatnosti personálu asi 1 minutu [24].

Zpracování větších skupin je však značně náročné a je možné je provádět pouze nejjednodušší formou. Předpokladem pro široké uplatnění zkoušky a pro komplexní rozbor výsledků je strojní početní zpracování a vyhodnocení zkoušky. Toto zpracování má 2 fáze, **první** — výpočet všech ukazatelů každého jednotlivce ze základních údajů dodaných na doplněném formuláři zápisu startéra, **druhá** — komplexní zpracování základních údajů a výsledků zkoušky všech vyšetřovaných.

Výpočet mohou provádět jak děroštitkové stroje (které snímají základní údaje o každém jednotlivci z děrného štítku), tak číslicové stroje, u nichž jsou základní údaje kódovány a děrovány přímo na pásku. Oba typy počítačů se liší jen vstupní formou údajů, výpočet, vyhodnocení i výstup výsledků je v podstatě stejný.

Strojní početní zpracování jsme naprogramovali a vyzkoušeli na obou typech počítačů. Prvním byl počítač Aritma DP — 100 U, druhým byl Minsk 2/22.

Tabulka 6

Výsledky měření 13 netrénovaných mužů (věk 24,3 ± 6, výška 176,6 ± 4 cm, váha 74 ± 5 kg). Byla měřena TF odečítáním vzdálenosti 10 R-R kmítů ve 2., 3. a 4. min. vystupování a ihned po ukončení vystupování. Dále byla TF měřena palpačně na a. carotis měřením doby mezi 3. a 13. tepovou vlnou

Stupeň zatížení	Průměrná tepová frekvence při práci po práci					Průměrná individuální odchylka TF/min počet odchylek přes 5 tepů/min				
	2. min.	3. min.	4. min.	1.-11. R	3.-13 tep	2.—4. min.	3.—4. min.	4. min. — — 1. až 11 R	1. až 11. R — 3. až 13. tep	4. min. — 3. až 13. tep
10 cm	116,5	115,7	116,9	115,5	115,6	2,8 3	3,1 3	3,0 2	1,6 0	3,2 3
20 cm	130,7	132,5	133,9	135,0	133,5	4,8 5	2,7 1	2,0 1	1,7 1	2,4 0
40 cm	163,3	169,3	172,1	174,0	172,6	8,6 9	3,3 2	3,3 3	2,2 1	3,6 3
celkem	136,7	139,2	140,9	141,5	140,6	5,4 17	3,1 6	2,7 6	1,8 2	3,1 6
Průměrná odchylka v % zákl. hodnoty → % odchylek přes 5 tepů/min →						3,9 % 43,6 %	2,2 % 15,4 %	1,9 % 15,4 %	1,3 % 5,1 %	2,2 % 15,4 %

Tabulka 7

Výsledky různých způsobů měření popracovní TF u 13 netrénovaných mužů. Porovnání s pracovní TF na konci 4. min.

Sledované ukazatele	Stupeň zátěže	Pracovní TF ve 4. min.	Popracovní TF vypočítaná ze vzdálenosti R—R								Popracovní TF vypočítaná z počtu R během						TF ze vzdál. 3.—13. tepů ihned po práci
			z pěti R—R				z deseti R—R			z 20 R—R	5 vteřin			10 vteřin		15 vt.	
			0.—5.	5.—10.	10.—15.	15.—20.	0.—10.	5.—15.	10.—20.	0.—20.	0.—5.	5.—10.	10.—15.	0.—10.	5.—15.	0.—15.	
Průměrné hodnoty	10 cm	116,9	116,5	115,8	116,8	111,8	116,2	116,0	113,5	114,6	117,2	114,4	112,6	115,3	113,5	115,5	115,6
	20 cm	133,9	135,0	135,1	134,0	133,1	135,0	134,7	133,6	134,2	133,8	133,8	128,3	133,8	131,0	132,0	133,5
	40 cm	172,1	174,6	172,7	172,8	171,9	174,0	173,4	172,6	173,3	176,3	170,7	169,8	173,5	170,3	171,0	172,6
Průměrná odchylka od TF ve 4. minutě	10	0,00	4,30	5,92	2,76	6,84	3,00	3,84	4,38	3,84	6,69	5,00	6,38	8,07	4,92	4,23	3,23
	20	0,00	2,38	3,53	3,84	4,69	2,00	2,84	4,00	1,84	4,46	5,00	7,69	3,15	3,46	2,69	2,46
	40	0,00	4,15	3,61	3,76	5,00	3,23	3,61	4,30	4,07	7,53	6,92	11,38	5,38	7,69	6,00	3,61
	celkem	0,00	3,61	4,35	3,46	5,51	2,74	3,43	3,89	3,25	6,56	5,64	8,48	5,53	5,35	4,30	3,10
Pořadí vhodnosti způsobu měření			5	3	4	10	1	3	6	2	13	12	14	11	9	7	(1-2)

Výpočet všech údajů jednotlivce ukazuje tab. 8. Pátý sloupec tabulky obsahuje vzorec pro výpočet každého údaje, kde čísla vyznačená tučně znamenají základní údaj uvedený pod tímto číslem, ostatní čísla jsou konstanty vzorce. Každý jednotlivce je označen číslem vojenské známky (údaj 1), podle něhož může stroj opět vyhledat, seřadit a porovnat výsledky zkoušky u osob, u kterých byla zkouška provedena opakovaně. Základní údaje i výsledky každého jednotlivce nám vytiskne stroj na 1 až 2 řádky výstupního archu (podle šíře archu a kapacity tiskárny počítače). Všechny údaje o jednotlivci jsou označeny čísly 1—26, přičemž údaje 1—9 a 12—14 jsou údaje vstupní.

Výpočetní program jsme sestavili tak, abychom získali všechny způsoby hodnocení zkoušky. Součástí výpočtu pro každého jednotlivce je i srovnání indexu zkoušky s normami (tab. 3), které má stroj vloženy ve formě matematických řad v paměti (údaj 16 a 17). Číslo udává odchylku od normy směrem nahoru i dolů v procentech. Abychom mohli porovnávat výsledky zkoušky vzhledem k tělesnému složení, naprogramovali jsme i výpočet rozdílu skutečné váhy od náležité váhy podle Brocy (údaj 10 a 11).

Při celkovém hodnocení všech vyšetřovaných počítá stroj u všech údajů (kromě 1—3, 5 a 6) průměr, směrodatnou odchylku a střední chybu průměru.

Stejně výpočty provádí stroj i po rozdělení vyšetřovaných osob do skupin (podle útvaru, ČVO, délky vojenské služby, pohlaví, věku, výšky, váhy, rozdílu skutečné váhy od náležité váhy) a počítá v těchto skupinách t-testem významnost rozdílu průměrů jednotlivých skupin.

Dále je naprogramován výpočet korelace jednotlivých hodnocení výsledků zkoušek (údaje 12—25) k údajům o délce vojenské služby a k antropometrickým údajům (údaje 7—11) každého jednotlivce.

Využití zkoušky. Třístupňovou funkční oběhovou zkoušku s vystupováním na lavice používáme k vyšetřování tělesné výkonnosti jednotlivců,

kolektivů (např. sportovních družstev) i velkých celků. Tělesnou výkonnost vyšetřujeme buď jednorázově, nebo opakovaně. Při mnohonásobném opakování můžeme získat výkonnostní křivky vyšetřovaných za celé měřené období. Zhoršení výsledků zkoušky (= zhoršení proti výsledkům za bazálních podmínek) je objektivním měřítkem únavy z předchozí zátěže, kterou může být tělesné zatížení, nemoc, úraz, psychické zatížení, vystavení účinkům podtlaku, přetlaku, hypoxie, vystavení účinku chemických látek (léky, alkohol, BCHL) apod.

Z hlediska armády umožní komplexní vyhodnocení velkých počtů vyšetřovaných osob provést rozbor stavu tělesné výkonnosti v armádě, ukáže, u kterých útvarů, u které odbornosti a ve kterém období vojenské služby je tělesná výkonnost dobrá, nadprůměrná či podprůměrná. U podprůměrných skupin bude vyhodnocení signálem pro opatření ke zlepšení stavu. Současný rozbor tělesné výkonnosti provedený vzhledem k antropometrickým údajům rovněž ukáže, kterým skupinám osob bude nutno věnovat zvýšenou pozornost.

Vlastní měření. Jako první hromadné vyšetření jsme provedli zkoušku u 772 vojáků v základní službě z deseti různých útvarů. Nezjišťovali jsme u nich údaje týkající se vojenské služby (délka vojenské služby, funkce), ale pouze základní antropometrické údaje — výšku, váhu, z nichž jsme vypočítali vztah k náležité váze podle Brocy (náležitá váha = výška — 100),

Tabulka 8

Údaje pro strojní početní zpracování zkoušky a jejich výpočet

Číslo údaje	Název údaje	Jednotka údaje	Počet čísel	Vzorec výpočtu údaje (tučně vyznačené číslo znamená údaj uvedený v tomto sloupečku)
1	označení vojáka (osobní známka)	šifra	7	ZÚ (základní údaj)
2	číslo útvaru	šifra	4	ZÚ
3	ČVO	šifra	3	ZÚ
4	délka vojenské služby	rok + (měsíc)	4	ZÚ
5	datum vyšetření	den, měsíc, rok (posl. dvojčíslí)	6	ZÚ
6	pohlaví/ev. + jiný údaj	M, Ž	1	ZÚ
7	věk	roky	2	ZÚ
8	výška	cm	3	ZÚ
9	váha	kg	3	ZÚ
10	rozdíl skutečné tělesné váhy — náležité váhy v kg	kg	2 (+ znaménko)	9 + 100 — 8
11	rozdíl v %	%	3 (+ znaménko)	$\frac{100 (9 + 100 - 8)}{8 - 100}$
12	TF ₁₀	počet tepů za minutu	3	ZÚ
13	TF ₂₀	počet tepů za minutu	3	ZÚ
14	TF ₄₀	počet tepů za minutu	3	ZÚ
15	ΣTF	index	3	12 + 13 + 14
16	porovnání ΣTF k normě podle náležité váhy	%	3	$\frac{15 \times 100}{\text{norma vycházející ze skutečné váhy}}$
17	porovnání ΣTF k normě podle skutečné váhy	%	3	$\frac{15 \times 100}{\text{norma vycházející z náležité váhy (tj. 8 — 100)}}$
18	PWC ₁₃₀ (z 1. a 2. zátěže)	kpm/min	4 (max. 1000 — vše více je 1000; minim. 1)	$3 \times 9 + \frac{3 \times 9 \times (130 - 12)}{13 - 12}$
19	PWC ₁₅₀ (z 2. a 3. zátěže)	kpm/min	4 (max. 1200 — vše více je 1200; minim. 1)	$6 \times 9 + \frac{6 \times 9 \times (150 - 13)}{14 - 13}$
20	PWC ₁₇₀ (z 2. a 3. zátěže)	kpm/min	4 (max. 1500 — vše více je 1500; minim. 1)	$6 \times 9 + \frac{6 \times 9 \times (170 - 13)}{14 - 13}$
21	TPF ₅₀₀ kpm/min (z 1. a 2. zátěže)	počet tepů za minutu	3	12 + $\frac{(500 - 3 \times 9) (13 - 12)}{3 \times 9}$
22	TPF ₁₀₀₀ kpm/min	počet tepů za minutu	3	13 + $\frac{(100 - 6 \times 9) (14 - 13)}{6 \times 9}$
23	kpm/tep při 1. zátěži	$\frac{\text{kpm/min}}{\text{počet tepů/min}}$	2 (jedno + 1. des. místo)	$\frac{9 \times 3}{12}$
24	kpm/tep při 2. zátěži	$\frac{\text{kpm/min}}{\text{počet tepů/min}}$	2 (jedno + 1. des. místo)	$\frac{9 \times 6}{13}$
25	kpm/tep při 3. zátěži	$\frac{\text{kpm/min}}{\text{počet tepů/min}}$	3 (dvě + 1. des. místo)	$\frac{9 \times 12}{14}$
26	počet osob ve skupině		5	počet údajů v kterémkoliv sloupci

Tab. 9

Antropometrické i funkční údaje sledovaného souboru rozděleného do skupin podle tělesné výšky vyšetřovaných

	160 cm a méně $\bar{x} \pm s$	161—165 cm $\bar{x} \pm s$	166—170 cm $\bar{x} \pm s$	171—175 cm $\bar{x} \pm s$	176—180 cm $\bar{x} \pm s$	181—186 cm $\bar{x} \pm s$	186 cm a více $\bar{x} \pm s$	Všichni $\bar{x} \pm s$
počet osob ve skupině	15	66	198	204	182	84	25	772
výška	159 1	163 1	169 1	173 1	178 1	183 1	188 2	173,5 6
váha	58 6	62 5	66 5	69 6	73 6	77 7	80 8	69,7 7
nadváha v kg	-1 6	-1 5	-2 5	-4 6	-5 6	-6 6	-8 7	-3,7 6
nadváha v %	-2 10	-2 8	-3 7	-5 8	-6 7	-8 8	-9 8	-4,9 8
TF ₁₀	94 17	92 16	93 15	94 14	93 15	93 15	99 15	93,2 7
TF ₂₀	120 20	113 18	115 17	114 16	113 18	113 17	118 17	114,1 17
TF ₄₀	163 23	150 23	157 26	160 24	156 22	154 22	157 27	156,6 24
Σ TF	377 52	355 50	365 48	368 46	361 46	360 46	374 51	364,0 47
porovnání Σ TF s normou podle nálež. váhy (%)	-21 19	-11 16	-12 15	-11 14	-7 14	-4 14	-7 16	-9,4 15
porovnání Σ TF s normou podle skuteč. váhy (%)	-20 17	-10 16	-10 14	-9 13	-4 14	-1 13	-3 14	-7,3 14
PWC ₁₃₀	416 203	573 265	594 229	618 218	644 248	668 235	702 243	618,2 238
PWC ₁₅₀	646 240	786 250	767 247	781 218	842 240	876 223	821 293	801,1 241
PWC ₁₇₀	838 312	1008 301	977 307	985 272	1083 282	1124 267	1045 348	1022,0 295
TPF ₅₀₀	141 32	128 25	126 22	123 19	119 21	117 19	120 19	123,0 22
TPF ₁₀₀₀	201 37	175 32	180 36	178 31	168 28	162 27	163 31	174,2 33
10 cm výkon (kpm)/puls	1,9 0,5	2,0 0,4	2,2 0,4	2,2 0,4	2,4 0,5	2,5 0,5	2,4 0,4	2,3 0,5
20 cm "	2,9 0,7	3,3 0,6	3,5 0,6	3,7 0,6	3,9 0,7	4,1 0,8	4,1 0,7	3,7 0,7
40 cm "	4,3 0,8	5,0 0,9	5,2 1,0	5,3 0,9	5,7 1,0	6,1 1,2	6,3 1,5	5,5 1,1

který jsme vyjadřovali jednak v kg, jednak v % náležité váhy. K těmto údajům jsme vztahovali různé způsoby hodnocení zkoušky. V první fázi jsme provedli rozdělení celého souboru podle výšky (tab. 9), váhy (tab. 10), nadváhy v kg a nadváhy v % (nadváha = váha — náležitá váha podle Brocy). V druhé fázi jsme zjišťovali korelacemi vzájemný vztah základních antropometrických údajů k funkčním ukazatelům vypočítaným z výsledků zkoušky (tab. 11).

Při porovnávání průměru indexu zkoušky (Σ TF) u jednotlivých skupin jsme zjistili, že pod hranicí normy, která odpovídá skutečné váze vyšetřovaných (= 2. způsob hodnocení), se

vyskytují skupiny vojáků s váhou do 70 kg, s výškou do 175 cm, skupiny, které mají 6 a více kg pod náležitou váhu podle Brocy (nadváha — 6 kg a méně) a které mají o 6 a více procent nižší váhu než odpovídá této náležité váze. U všech ostatních skupin je průměrný index zkoušky v normě, žádnou skupinu nebylo možno hodnotit jako nadprůměrnou. Při individuálním porovnání všech vyšetřených bez rozdílu váhy s normou pro muže s váhou 70 kg (= průměrná váha celého kolektivu) jsme zjistili, že 48,3 % vyšetřených je podprůměrných, 42,8 % průměrných a 8,9 % nadprůměrných (1. způsob hodnocení). Při celkovém hodnocení je prů-

Tabulka 10

Antropometrické a funkční údaje sledovaného souboru rozděleného do skupin podle tělesné váhy vyšetřovaných

	55 kg a méně x ±s	56—60 kg x ±s	61—65 kg x ±s	66—70 kg x ±s	71—75 kg x ±s	76—80 kg x ±s	81—85 kg x ±s	86—90 kg x ±s	91 kg a více x ±s	Všichni x ±s
počet osob ve skupině	16	61	158	223	153	110	30	19	4	772
výška	163 6	167 6	170 5	173 5	176 5	179 5	180 5	181 6	185 4	173,5 6
váha	53 2	59 1	63 1	68 1	73 1	78 2	83 1	87 1	92 1	69,7 7
nadváha v kg	—10 6	—8 6	—6 4	—4 4	—3 5	—1 5	3 5	6 6	7 4	—3,7 6
nadváha v %	—16 7	—11 7	—8 6	—6 5	—3 6	—1 6	5 7	9 9	8 5	—4,9 8
TF ₁₀	97 18	93 14	93 14	93 15	94 15	94 17	92 16	90 15	98 9	93,2 7
TF ₂₀	119 17	114 17	114 16	114 17	115 17	114 19	112 19	111 20	116 11	114,1 17
TF ₄₀	159 23	157 22	154 25	158 25	159 22	156 23	157 25	150 28	138 25	156,6 24
ΣTF	375 50	363 44	361 46	365 47	368 46	364 51	360 51	351 57	353 36	364,0 47
porovnání ΣTF s normou podle nálež. váhy (%)	—23 17	—15 14	—12 14	—10 14	—8 13	—5 15	—1 14	3 16	5 10	—9,4 15
porovnání ΣTF s normou podle skut. váhy (%)	—16 17	—11 14	—8 14	—8 14	—7 14	—4 15	—3 15	0 17	2 10	—7,3 14
PWC ₁₃₀	463 240	551 269	591 217	620 233	634 232	661 240	671 235	686 274	812 163	618,2 238
PWC ₁₅₀	635 226	688 204	776 246	785 232	810 224	877 224	897 266	982 278	1091 189	801,1 241
PWC ₁₇₀	836 322	875 259	994 314	997 280	1040 264	1114 264	1136 331	1249 330	1369 227	1022,0 295
TPF ₅₀₀	145 26	131 27	127 22	124 20	120 19	117 19	112 19	109 19	113 10	123,0 22
TPF ₁₀₀₀	204 40	193 35	179 35	177 32	171 26	162 25	157 2	147 27	134 22	174,2 33
výkon (kpm)/puls 10 cm	1,7 0,3	1,9 0,3	2,1 0,3	2,2 0,3	2,4 0,3	2,5 0,4	2,8 0,4	3,0 0,4	2,8 0,2	2,3 0,5
" 20 cm	2,7 0,4	3,1 0,5	3,4 0,4	3,6 0,5	3,9 0,5	4,2 0,7	4,6 0,8	4,8 0,8	4,7 0,4	3,7 0,7
" 40 cm	4,1 0,6	4,6 0,7	5,0 0,8	5,3 0,9	5,6 0,8	6,1 0,9	6,5 1,1	7,2 1,4	8,2 1,2	5,5 1,1

měr indexů zkoušky všech vyšetřovaných ještě v rozsahu normy, avšak je těsně při její dolní hranici. Odpovídá to i našemu subjektivnímu pozorování, že tělesná výkonnost našich vojáků (ale i ostatní populace a z ní především mládež) je v průměru nedostatečná.

Nenašli jsme statisticky významnou korelaci mezi sledovanými antropometrickými údaji (tj. váha, výška, nadváha) a základními výsledky zkoušky, tj. tepovými frekvencemi naměřenými při všech stupních zátěže a indexem zkoušky (1. způsob hodnocení zkoušky). To znamená, že tyto výsledky nejsou ovlivněny antropometrickými údaji vojáků.

Statisticky vysoce významná ($p < 0,01$) byla korelace mezi antropometrickými údaji a mezi výsledky zkoušky podle druhého způsobu hodnocení, tj. ukazateli PWC, TPF, a výkonem připadajícím na 1 srdeční cyklus. Stejný vztah byl i mezi indexem zkoušky (ΣTF) porovnávaným s normou podle skutečné váhy (rovněž 2. způsob hodnocení zkoušky) a váhou i oběma způsoby vyjádření nadváhy. Na vztahu druhého způsobu hodnocení k antropometrickým hodnotám (který je nejvýznamnější pro váhu) se však rozhodující měrou podílí tělesná váha vyšetřovaného, která je při vystupování na stupínek používána k výpočtu těchto ukazatelů.

Tabulka 11

Statistická významnost (t) korelace antropometrických a funkčních údajů ($t = \frac{r \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$, r = korelační koeficient). Hodnoty označené hvězdičkou jsou statisticky významné ($p < 0,01$).

$t = \frac{r \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$	TF ₁₀	TF ₂₀	TF ₄₀	ΣTF	porovnání ΣTF s normou		PWC 130	PWC 150	PWC 170	TPF 500	TPF 1000	výkon/puls		
					dle skut. těl. váhy	dle nále- žitě váhy						10 cm	20 cm	40 cm
výška	0,994	0,425	0,178	0,249	4,926	6,546	4,700	4,354	4,666	5,671	5,501	9,954	11,794	10,493
váha	0,363	0,761	0,099	0,440	8,351	4,925	4,893	7,508	7,485	7,988	9,433	18,736	20,520	18,063
nadváha v kg	1,605	0,510	0,332	0,858	4,998	0,918	1,109	4,627	4,246	3,731	5,630	10,244	9,739	9,040
nadváha v %	1,558	0,546	0,155	0,766	5,292	0,632	1,405	4,828	4,444	4,183	5,935	10,987	10,576	9,608

Dále jsme vyšetřili kolektiv házenkářů Dukly Příbram (tab. 12). Na klidových hodnotách je zřejmé, že útočníci jsou významně výkonnostně lepší než ostatní hráči. Celý kolektiv jsme vyšetřili ještě jednou, hned po tréninkovém zápase. Zápas představoval největší tělesnou zátěž pro útočníky a minimální pro brankáře. Tomu odpovídá i zhoršení ukazatelů zmíněných skupin hráčů, které je u obránců více než 2krát větší než u brankářů a opět u útočníků více než 2krát větší než u obránců (všechny změny jsou statisticky významné). Výsledky tohoto vyšetření dokumentují vhodnost použití zkoušky pro odlišení jedinců a kolektivů různé výkonnosti i pro objektivní změření změn reaktivity organismu vlivem různých stupňů tělesného zatížení.

Souhrn

Třístupňová zkouška s vystupováním na lavice vysoké 10,20 a 40 cm slouží k hromadnému vyšetřování reaktivity oběhového systému na tři stupně submaximální zátěže. Vystupování na každou lavici trvá 4 minuty při frekvenci 30 výstupů za minutu a při pravidelném střídání nohou. Každou minutu začíná

zkoušku jeden vyšetřovaný. Měří se tepová frekvence ihned při ukončení vystupování. Vyšetření 100 osob trvá 113 minut.

V práci je uvedena podrobně metodika zkoušky, různé způsoby hodnocení zkoušky, normy a vlastní výsledky u 722 vojáků.

Literatura

1. Bengtsson, E. O.: The working capacity in normal children, evaluated by submaximal exercise on the bicycle ergometer and compared with adults. Acta med. scand., 154, 1956, II : 91–109.
2. Brouha, L., A. Graybiel, C. W. Heath: The step-test. Rev. canad. Biol., II., 1943 : 86–91.
3. Burger, H.: Vorschlag für einen modifizierten Stufentest zur Überprüfung des Herz-Kreislauf-Systems von Leistungssportlern. Med. Sport., 3, 1963, 2 : 48–49.
4. Claassen, W.: Ein hydraulischer Stufentester zur einfachen Durchführung dosierter Funktionsprüfungen des Herzens und des Kreislaufes. Med. Klin., 60, 1965, 6 : 211–213.
5. Čermák, J.: Možnosti funkčního vyšetření při použití step-testu s průběžným měřením tepové frekvence. Teor. Praxe těl. Vých., 14, 1966, 8 : 471–8.
6. Čermák, J.: Möglichkeit der Wertung der Funktionstüchtigkeit des Kreislaufsystems des Schuljugend mit Hilfe der eigenen Modifikation des Step-testes mit durchlaufender Messung der Pulsfrequenz.

Tabulka 12

Výsledky třístupňové zkoušky u družstva házenkářů. Zkouška byla provedena jednak v klidu, jednak ihned po tréninkovém utkání

Počet osob	Funkce v mužstvu	prům. váha	TF ₁₀		TF ₂₀		TF ₄₀		ΣTF		Rozdíly TF v klidu a po zápase			
			klid	po záp.	klid	po záp.	klid	po záp.	klid	po záp.	TF ₁₀	TF ₂₀	TF ₄₀	ΣTF
6	útočníci	76,6	78,6	106,6	94,6	113,3	122,0	143,0	122,0	143,0	22,0	18,7	21,0	61,7
6	obránci	79,8	86,1	98,5	105,5	116,6	147,0	149,8	147,0	149,8	12,4	11,1	2,7	26,2
2	brankáři	86,5	89,0	92,5	105,0	107,0	140,0	146,5	140,0	146,5	3,5	2,0	6,5	12,0
14	všichni	79,4	83,3	98,5	100,7	113,8	135,3	146,6	135,3	146,6	15,2	13,1	11,3	39,6

- Schweiz. Ztschr. f. Sportmedizin, 17, 1969, 1 : 1—8.
7. Gottheiner, V.: Der Stufentest, ein einfacher Mittel zur Schätzung der Kreislaufökonomie. Sportarzt und Sportmediz., 12, 1961, 6 : 158—163.
8. Hájek, J.: Vyšetřování tělesné výkonnosti čs. letců metodikou step-testu. Ústav leteckého zdravotnictví, Praha 1968, 90 s.
9. Hettinger, T., K. Rodahl: Ein modifizierter Stufentest zur Messung der Belastungsfähigkeit des Kreislaufes. Dtsch. med. Wschr., 85, 1961, 1 : 533—537.
10. Hollman, W., C. Bouchard, H. Wenrath, G. Herkenrath: Vergleichende Untersuchungen über die Aussagekraft des Master-Havard-, Tuttle-, Schneider-, Hettinger- und Lian Test bezüglich der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit. Zschr. Kreislaufforsch., 54, 1965, 7, 647—657.
11. Horák, J.: Zjišťování tělesné zdatnosti metodou komplexního vyšetření za laboratorních podmínek. Kand. dis. práce 1962.
12. Hornof, Z.: Dvě nové funkční zkoušky sportovní zdatnosti: Brouhova a Letunova. Voj. zdrav. Listy, 21, 1952, 4 : 128—131.
13. Chrástek, J., Stolz, J., Samek, L.: Použitelnost step-testu k určení tělesné zdatnosti. Prakt. lék., 45, 1965, 13 : 502—506.
14. Chrástek, J., Stolz, J., Samek, L.: Ještě k metodice provedení a hodnocení step-testu jako zkoušky tělesné zdatnosti. Prakt. lék., 46, 1966, 5 : 181—182.
15. Chrástek, J.: Seminář o metodice step-testu. Teor. Praxe těl. Vých., 12, 1964, 3 : 133.
16. Klimt, V.: Die Anwendung des nach Hettinger-Rodahl modifizierten Stufentest bei Kindern. Deutsche Gesundheitsw., 17, 1962, 42 : 1812—1819.
17. Král, J. a kol.: Praktikum z tělovýchovného lékařství. Skripta, Praha, SPN 1967, 72 s.
18. Král, J. a kol.: Tělovýchovné lékařství. Praha, SZN 1969, 277 s.
19. Kratochvíl, T.: Sledování tělesné zdatnosti u různých druhů vojsk. Praha, MNO 1966.
20. Kříž, V.: Hodnocení funkčních oběhových zkoušek s víceetapovou zátěží. Čas. Lék. čes., 107, 1968, 30:922.
21. Kříž, V.: Výpočet teoretické pracovní kapacity (PWC) a teoretické tepové frekvence (TPF) při funkčních oběhových zkouškách. Čas. Lék. čes., 107, 1968, 30:927.
22. Kříž, V.: Nová jednoduchá tříetapová funkční oběhová zkouška a její porovnání se spiroergometrií. Čas. Lék. čes., 108, 1969, 41 : 1212—1216.
23. Margaria, R., P. Aghemo, F. Rovelli: Indirect determination of maximal O₂ consumption in man. J. appl. Physiol., 20, 1965 : 1070—1073.
24. Melerowicz, H.: Ergometrie. München-Berlin, Urban-Schwarzenberg Verlag 1962.
25. MNO—ZS. Metodika základního funkčního vyšetření pro potřeby hlavních lékařů, sportovně lékařských poraden a oddělení. Praha, MNO—ZS 1965.
26. Nagle, F. J., B. Balke, J. P. Naughton: Gradational step test for assessing work capacity. J. Appl. Physiol., 20, 1965, 4 : 745—748.
27. Placheta, Z., J. Rouš, V. Dražil: K významu měření tepové frekvence v rané fázi zotavení. Teor. praxe těl. Vých., 16, 1968, 5 : 282—291.
28. Roskamm, H., N. Brants, H. Reindell: Zur Trainierbarkeit der Herz- und Kreislaufleistungsfähigkeit in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht. Cardiologie, 48, 1966 : 441—460.
29. Seliger a kol.: Metody výzkumu fyzické zdatnosti obyvatelstva. Skripta UK Praha 1968, 88 s.
30. Skalický, J.: Výsledky vyšetření vojáků v základní službě step-testem s návrhem hodnocení 18—20letých mužů. Voj. zdrav. Listy, 36, 1967, 6 : 262—266.
31. Skalický, J.: Změny indexu step-testu u vojáků v základní službě v průběhu dvouletého výcviku. Voj. zdrav. Listy, 37, 1968, 1 : 3—9.
32. Skalický, J.: Příspěvek k metodice hodnocení zdatnosti u frekventantů poddůstojnických škol v prvních měsících základní služby. Voj. zdrav. Listy, 37, 1968, 4 : 156—160.
33. Skalický, J.: Několik poznámek k metodice provádění a hodnocení step-testu. Prakt. lék., 49, 1969, 7 : 263 až 266.
34. Soulek, V.: PWC₁₇₀ jako jeden z ukazatelů funkční zdatnosti. Teor. Praxe těl. Vých., 15, 1967, 6 : 366—373.
35. Soulek, V.: Kritické poznámky k hodnocení step-testu. Teor. Praxe těl. Vých., 16, 1968, 5 : 276—282.
36. Škranc, O.: Spiroergometrické vyšetření mužů při stupňovaném zatížení. Hradec Králové 1964, habilitační práce.
37. Šturma, A.: Vliv učebního procesu na pracovní výkonnost vysokoškolských pracovníků — politických pracovníků armády. Praha, MNO 1964.
38. Wahlund, H.: Determination of the physical working capacity. Acta med. scand. 132, 1948, suppl 215 : 1.
39. Welters, H., Fritze, G.: Vorschlag zur Objektivierung der Belastung bei Kreislauffunktionsprüfungen. Dtsch. Gesd. wes., 19, 1964, 52 : 2411—2414.
40. Zelenka, V., Tintěra, J.: Využití step-testu k hodnocení stavu fyzické připravenosti. Sborník ITVS, 6, 1964 : 101—106.