

616.12 : 616.24-092.19

FYZICKÁ ZDATNOST A KARDIORESPIRAČNÍ ADAPTABILITA PŘÍSLUŠNÍKŮ BEZPEČNOSTI

MUDr. Karel DANĚK, CSc.*), MUDr. Jiří PALÁN**)

Ze Zdravotnického ústavu Krajské správy SNB v Brně

(náčelník plk. MUDr. Miroslav FIŠMEISTER)

Fyzická zdatnost (25), jejíž společenský obsah (28) je zdůrazněn i v řadě významných obecně platných dokumentů (23), je specificky závažná pro některá povolání a činnosti (zejm.

pro příslušníky ozbrojených složek, sportovce, pro těžce pracující v těžbě surovin atd.), nadto však je i stále naléhavější stránkou života každého občana vědeckotechnicky vyspělých společenských celků. Tento nespecifický význam zdatnosti vyplývá z uznávaného faktu, že sklon k některým nemocem rostoucího výskytu (zejm. nemocem krevního oběhu, metabolismu atd.) je nepřímo úměrný úrovni fyzické zdatnosti daného jedince (13). Příčina této nepřímé

*) Útvar obrany a oddělení tělovýchovného lékařství OÚNZ ve Žďáru nad Sázavou se sídlem v Novém městě na Moravě

**) Účastkový lékař SNB a vedoucí lékař interního oddělení polikliniky, Žďár nad Sázavou

úměrnosti plyne z toho, že fyzická zdatnost je v podstatě dána šíří adaptability energetické výměny v organismu (15), přičemž „úzkým profilem“ toku energie v organismu může být nejčastěji krevní oběh (1, 26), někdy i dýchadla (7). Je tedy jasné, že k přetížení a následnému poškození krevního oběhu nejrůznějšími vlivy (např. námahou, horkem, psychickým stresem) může dojít především u osob s nízkou úrovní kardiorespirační adaptability (3, 16).

Z uvedených důvodů se už delší čas provádějí preventivní skrínigová vyšetření ucelených kolektivů osob vystavujících se buď spontánně a dobrovolně nebo v rámci nutné profesionální činnosti větší tělesné námaze. To se týká např. sportovců, letců, potápěčů apod. Jelikož však výskyt závažných nemocí krevního oběhu se v poslední době přesunuje do skupin s nižší úrovní fyzické zátěže, vykonávané spíše jen nárazově a zároveň s vyšší úrovní neuro-psychické zátěže, spjaté s vysokou odpovědností, s možností interpersonálních tenzí (4), situací ohrožení atp., objevují se ve světové literatuře studie, zaměřené na preventivní vyšetřování zdatnosti takto charakterizovaných kolektivů (24, 25). Není nám však známa žádná zpráva, která by se z toho hlediska zabývala zdatností příslušníků bezpečnostních orgánů, a to navzdory tomu, že právě práce v službách Bezpečnosti bývá často charakterizována zmíněnými disproporcemi zátěžových vlivů.

S cílem včasné depistáže některých nemocí krevního oběhu, dýchadel a látkové výměny a zároveň i za účelem objektivního potvrzení fyzické způsobilosti pracovního nasazení různé náročnosti jsme vyšetřili ucelený kolektiv příslušníků Bezpečnosti, úspěšně zvládající stanovené úkoly v podmínkách disperzně obydleného území střední nadmořské výšky, v pásmech chladného a mírně teplého klimatu Žďárských vrchů a jejich podhůří. Výsledky byly zpracovány výpočetním střediskem n. p. Žďas na aritmetické průměry a směrodatné odchylky jednotlivých hodnot jednak v dekadicky rozdělených věkových skupinách, jednak ve skupinách rozdělených podle výsledné diagnózy.

U všech příslušníků tohoto kolektivu jsme zjišťovali váhu, výšku, krevní tlak (součin systolického TK a tepové frekvence se považuje za míru funkčního zatížení myokardu: 27) a základní hodnoty rozepsaného výdechu (hodnota vteřinového výdechu se může někdy uplatnit jako limitující faktor maximální zvládnutelné námahy: 7). Dále jsme zjišťovali časové elektrokardiografické parametry tolerance nitrohrudního přetlaku 40 torrů (Flackův test). Posléze jsme zjišťovali ergometrické hodnoty zátěže (14, 17, 20, 22), zvládnutelné po 6 minut při tepové frekvenci 170 (s ohledem na rozdílný význam této TF pro osoby různého věku považujeme tuto hodnotu za málo významnou z posudkového hlediska) i při věkově, individuálně a zdravotně přiměřené maximální tepové frekvenci TF_{max} (jíž pak odpovídala hodnota

W_{max}). Během zátěže i přetlaku jsme sledovali elektrokardiografické změny (8, 19, 21, 26), které nám byly v individuálních případech podnětem k zastavení dalšího zátěžového vyšetření (10, 11, 24) i těch osob, které subjektivně necítily žádné potíže a samy hodlaly pokračovat v zátěži dále. U 84 příslušníků tohoto kolektivu jsme navíc provedli spiroergometrické vyšetření (2, 14, 20) se zjištěním maximální bezpečně tolerované spotřeby kyslíku; řídíce se heslem „primum nec nocere nec molestiam omittendam facere“, zastavovali jsme i spiroergometrickou zátěž při jakýchkoli suspektních změnách ekg, dýchání, prokrvení kůže i subjektivního stavu vyšetřované osoby. U 28 příslušníků kolektivu jsme navíc provedli i telemetrické vyšetřování (6) chování ekg a tepové frekvence při chůzi podle pokynu „jděte rychle, ale nepřemáhejte se“, po standardní trase o délce 1 km s převýšením 30 metrů. Nadmořská výška laboratoře = 600 m, průměrný barometrický tlak = 705 torrů.

U 84 spiroergometricky vyšetřených osob jsme našli průměrnou spotřebu kyslíku 2455 ± 443 ml O_2 STPD při průměrné nastavené zátěži 1121 ± 170 kpm/min. Z toho odvozený vztah 457 kpm/ 1000 ml O_2 odpovídá nálezům z jiných laboratoří (1, 14, 17, 20), a počítáme-li s průměrným kalorickým ekvivalentem = 4,8 kcal/litr O_2 , dostáváme, že 95 kpm při našem měření odpovídalo 1 kilokalorii. Pro orientační přepočítání lze tedy s chybou 5 % použít aproximativní vzorec: 1 kcal/min ≈ 100 kpm/min. Průměrná hodnota tepového kyslíku v celé skupině byla při tom 14,6 ml O_2 /TF; tomu odpovídající hodnota uvolněné pohybové energie připadající na jeden tep byla 65,8 joulu na 1 puls (respektive 6,7 kpm na 1 puls).

Tabulka A ukazuje celkové průměry a směrodatné odchylky sledovaných hodnot daného kolektivu v rozdělení pouze podle věku; z celku zde nebyly vyčleňovány osoby, u nichž jsme našli nebo u nichž už dříve byly známy různé chorobné změny. Tabulka B ukazuje průměry a směrodatné odchylky hodnot zdravých příslušníků kolektivu a odděleně pak hodnot těch jeho příslušníků, kteří měli na ekg změny hodnocené podle obvyklých kritérií (8, 10, 19, 21, 26) jako známky myokardiální hypoxie, dále hodnot osob s přetlakovou nemocí, s ventilační insuficiencí a obezitou. Do skupiny obezních jsou zařazeni i ti nositelé jiných chorobných diagnóz, u nichž obezita byla doplňující výraznou diagnózou.

Abychom posoudili, do jaké míry odpovídají uvedené hodnoty požadavkům na práci v daném kolektivu, uvážili jsme úroveň a charakter fyzické námahy kladené na jeho členy. Tato námaha zahrnuje zejména terénní lokomoční formy pohybu — chůzi, rychlou chůzi i do stoupání, popřípadě i běh. Zhruba dvě třetiny území má cesty s úhlem stoupání v rozmezí 0 až 5 %, na jedné čtvrtině terénu lze nalézt cesty se stoupáním 5–10 %, a ve zbytku území se mohou vyskytnout cesty s úhlem stoupání nad

10 %. Při použití vzorce pro energetickou náročnost chůze (5)

$$\dot{E} = V \cdot R \cdot \left(1 + \frac{\dot{U}}{6}\right),$$

kde V = váha jdoucího (v metrických centech) včetně váhy výstroje, R = rychlost chůze v km/hod. a $\dot{U}$ = úhel stoupání v procentech, vychází nám pro průměrnou požadovanou rychlost 6 km/hod. pro osobu o váze 80 kg potřebná námahová adaptabilita $8,5 \pm 3$ kcal/min. Z toho plyne, že zdatnost příslušníků daného kolektivu by měla odpovídat schopnosti námahy 11,5 kcal/min., respektive ve smyslu výše uvedeného způsobu přepočtu 1150 kpm/min při ergometrickém měření. Telemetrická měření během chůze u 28 příslušníků kolektivu nám ukázala, že při průměrné námahové adaptabilitě této skupiny $W_{\max} = 1110$ kpm/min pro $TF_{\max} = 170/\text{min}$ dosahovali průměrnou $TF = 130 \pm 13$ a maximální TF (odpovídající úhlu stoupání 6 %) = 148 ± 12 . Vytěžovali přitom svoji námahovou adaptabilitu při chůzi rychlostí průměrně 5,35 km/hod. na 60 % průměrně a na 78 % v maximálně náročném úseku chodecké trasy. Dosahovali v průměru kalorický obrát 6,6 kcal/min, maximálně 8,6 kcal/min. Na základě toho lze postulovat, že parametry námahové adaptability zjištěné u této skupiny jsou dostatečné pro daný druh fyzické zátěže; naskytá se možnost považovat je za svého druhu „minimální kritérium“ zařaditelnosti pro terénní službu v daném území. Odpovídající příjem kyslíku $O_2 = 2400$ ml/min vyžaduje minutovou ventilaci aspoň 60 litrů za min., pro kteroužto hodnotu ventilace je potřebný vteřinový výdech (7) v hodnotě aspoň 2000 ml/s BTPS.

Uvedené předpoklady jsou splněny v našem kolektivu takto: vteřinový výdech nad 2000 ml/s dosahuje 87 % a zátěž $W_{\max}$ s tolerancí po 6 minut v hodnotě 1100 kpm/min dosahuje 56 % vyšetřených osob. Tato procenta také zhruba odpovídají tomu podílu vyšetřovaného kolektivu, na který jsou při výkonu služby kladeny nároky tělesné lokomoční námahy. Nejzávažnější chorobnou změnou, jež snižuje fyzickou zdatnost a schopnost bojového nasazení některých příslušníků našeho kolektivu, je námahová hypoxie myokardu (10, 11, 16), s níž máme co činit u 14,5 % příslušníků kolektivu; tento výskyt odpovídá údajům ze zahraniční literatury (9, 18). Další chorobnou změnou s omezujícím vlivem na námahovou adaptabilitu byla v našem kolektivu ventilační insuficience (6 % osob). V rámci přídatných etiopatogeneticky významných změn třeba uvážit obezitu; oproti předpokládaně přiměřené váze v kilogramech, odpovídající počtu centimetrů nad metr, pozorujeme 11,9 % nadváhy u osob s ventilační insuficiencí, dále 11,7 % nadváhy u otlých vcelku, 11,2 % nadváhy u námahové myokardiální hypoxie a 11,1 % nadváhy u přetlakové nemoci.

Srovnáním hodnot námi nalezených s údaji maximálního příjmu kyslíku u nesportovců, zjištěných jinými autory, konstatujeme, že námi vyšetřený kolektiv odpovídá celkovou úrovní zdatnosti kolektivům fyzicky méně činných osob (4, 12, 28), je však poněkud pod průměrem hodnot nalezených u nepřesně definovaných skupin nesportovců (2, 22) a u skupin osob tělesně pracujících (15). Vzhledem k velké šíři variability však nejsou rozdíly mezi hodnotami našeho kolektivu a údaji z literatury signifikantní. Srovnáním s pracovními fyziologickými a kardiologickými kritérii pracovní zatěžovatelnosti osob s různými hodnotami $W_{\max}$ plyne, že náš kolektiv jako celek leží v rámci normálních mezí, přiměřených celé pracovní výkonnosti bez omezení (4, 17). Totéž konstatujeme i ve srovnání s hodnotami zjištěnými u předvojenského dorostu NDR (12).

Závěr

Námi vyšetřený kolektiv příslušníků ozbrojené složky prokazuje vlastnosti charakterizovatelné jako „normální“ při posuzování nově přijímaných příslušníků. Pro posuzování zařaditelnosti považujeme za významné hodnoty $TF_{\max}$ a $W_{\max}$, jejichž závislost na věku lze aproximací podle tabulky A (součet průměrných hodnot tepových frekvencí jednotlivých dekád s přičtením vždy příslušné střední hodnoty věku dané dekády, dělený počtem průměrů, tj. čtyřmi) vyjádřit takto:

$TF_{\max} = 205 - \text{věk} \pm 15$ (tepů za minutu) respektive (analogickým výpočtem na základě jednotlivých dekádových průměrů $W_{\max}$)

$W_{\max} = 10 \cdot (150 - \text{věk}) \pm 250$ (kilopondmetrů za minutu).

Naskytá se přitom otázka, zda pro posudkové účely, spjaté s otázkami zařazování do služeb v ozbrojených složkách, není variační šíře, vyjádřená hodnotou celé směrodatné odchylky $\pm$, příliš tolerantní; při takto formulované variační šíři leží totiž pouze 16 % údajů souboru pod dolní mezí žádoucích hodnot. Spíše lze uvažovat o zúžení variační šíře pouze na hodnotu horních tří kvartilů, tj. na $\pm 0,675s$ (tzn. na ± 10 tepů za minutu, resp. ± 170 kpm/min); zde pak leží už jen 75 % údajů nad a 25 % údajů pod dolní mezí žádoucích hodnot. Zdá se, že i takto definovaná „norma“ funkční zdatnosti, potřebné pro zařazení do služeb Bezpečnosti, by poskytovala dostatečnou šíři pro respektování dílčích individuálních anomálií a vloh; pro věkové rozmezí 31–40 let by zahrnovala např. všechny jedince, schopné dosáhnout $TF_{\max} = 160/\text{min}$. a vyšší, respektive $W_{\max} = 980$ kpm/min. a vyšší.

Ve své práci jsme se pokusili podat úvod do problematiky možných snadno zjistitelných funkčních kritérií schopnosti vykonávat službu v ozbrojených složkách. Provedením potřebných vyšetření jsme zároveň přispěli k prohloubení léčebně preventivní péče o sledovaný kolektiv včasným odhalením některých des-

Tab. I

Průměrné hodnoty ukazatelů fyzické zdatnosti u uceleného kolektivu 152 příslušníků Bezpečnosti

A.	Skupina	Věk roky	Údaj	Váha kg	Výška cm	TKS torr	TKD torr	VK ml	FEV 1 ml	pVK ml	IVK	Flack sec	W170 kpm/ min	W170/kg kpm/min/kg	T _F max/tep/ min	W _{max} /kpm/ min	W _{max} /kg kpm/min	Počet osob
	všichni	21—30	$\bar{x}$ s	75,5 7,9	175,2 6,2	130 12	82 12	4635 580	3817 493	3410 505	3,29 0,46	44,0 14,9	1127 194	15,2 2,6	181 8	1248 222	16,5 2,9	51
	všichni	31—40	$\bar{x}$ s	78,7 7,6	172,5 4,2	133 12	84 9	4115 729	3248 557	2862 636	2,61 0,81	41,9 13,3	1119 238	14,2 2,9	170 11	1120 203	14,2 2,7	31
	všichni	41—50	$\bar{x}$ s	81,7 11,8	170,6 6,1	137 14	87 9	3582 563	2904 497	2540 531	2,04 0,56	36,9 12,6	1165 198	14,5 1,6	158 19	1041 281	12,2 3,1	55
	všichni	51—55	$\bar{x}$ s	83,0 12,5	170,3 6,0	142 11	88 10	3500 703	2645 557	2170 547	1,67 0,78	39,4 19,0	1228 136	14,3 2,6	149 29	972 265	11,7 3,3	15
B.	zdraví	33,4 10,5	$\bar{x}$ s	73,8 9,1	173,5 6,7	128 14	81 13	4350 685	3557 549	3140 562	3,02 0,72	42,6 17,8	1148 233	15,6 3,2	175 17	1202 227	16,3 2,7	73
	námahová hypoxie myokardu	45,0 8,0	$\bar{x}$ s	78,4 14,1	170,0 6,8	136 12	86 10	3650 534	2923 528	2560 629	2,12 0,50	37,2 11,7	980 195	12,8 2,1	149 22	831 325	10,6 3,7	22
	přetlak. nemoc	41,4 10,0	$\bar{x}$ s	80,5 8,8	172,5 3,9	155 14	98 10	3885 505	3000 501	2590 421	2,25 0,69	38,2 9,8	1111 254	13,9 2,6	159 21	1027 349	12,8 3,9	11
	ventil. insuf.	41,7 9,0	$\bar{x}$ s	83,1 5,8	170,0 3,1	145 21	93 14	2865 723	2084 737	1705 832	0,97 1,31	34,1 13,7	940 148	12,7 2,7	155 21	974 258	11,7 2,8	9
	obezita	40,8 10,0	$\bar{x}$ s	88,0 12,2	175,1 6,2	138 18	87 10	3280 685	3030 566	2655 622	2,01 0,80	39,3 9,9	1213 195	13,9 2,2	163 17	1127 291	12,8 3,1	52

Hodnota W170 a odpovídající hodnota W170/kg byla vypočítávána pouze u těchto osob daného kolektivu, které při námahovém vyšetření byly schopny dosáhnout tepové frekvence 160 nebo vyšší. Údaje této rubriky proto zahrnují jen část daného kolektivu. Nezahrnují ty jedince, u nichž by pro stanovení W170 byla nutná extrapolace na větší vzdálenost od reálných hodnot než 10 tepů (resp. 10% hodnoty kpm/min).

adaptačních změn u jedinců, u nichž takové změny dosud nebyly známy. Preventivně prováděná skrínigová vyšetření zdatnosti považujeme proto za významný přínos oboru tělovýchovného lékařství pro péči o zdraví lidí vcelku a o zdraví příslušníků ozbrojených složek zvláště.

Souhrn

Při preventivním vyšetřování kardiorepirační adaptability příslušníků uceleného kolektivu Bezpečnosti byla nalezena námahová hypoxie myokardu u 14,5 %, přetlaková nemoc u 7,2 %, ventilační insuficience u 6 % a obezita u 34,2 % osob (z toho v 9,8 % v kombinaci s některou z předchozích nemocí). Za kardiorepiračně a metabolicky zdravé shledáno 48 % příslušníků kolektivu. Na základě získaných výsledků jsou dále navržena a diskutována možná kritéria schopnosti k výkonu služby v daném terénu, jejichž extrapolovatelnost pro širší využití v ČSLA a LM si vyžádá další posouzení.

Literatura

- Astrand, P. O., Rodahl, K.: Textbook of Work Physiology. New York, St. Louis 1970.
- Bjurö, Th., Westling, H.: Klinisk fysiologi. Stockholm 1968.
- Civilizacija, sport i serdce. Moskva 1968.
- Daněk, K.: Adaptabilita lidského organismu na námahu. Tělesná výchova mládeže, 39, 1972, č. 4, s. 155–161.
- Daněk, K.: Chůze — sebepoznání a lék. Stud. mat. Hor. muzea a gal. sv. 6, Nové Město na Moravě 1972.
- Daněk, K.: Zkušenosti s telemetrií sportovců, rekreatantů, zdravých osob i pacientů v rutinní tělovýchovně lékařské praxi. Teor. Praxe těl. Vých., 20, 1972, č. 11, s. 670–676.
- Daněk, K.: Lze prokázat vztah mezi hodnotami vteřinového výdechu a námahové adaptability? Studia pneumologica et phitiseologica Cechoslovaca, 33, 1973, č. 3–4, s. 201–205.
- Denolin, H., König, K., Messin, R., Degré, S.: L'ergométrie en cardiologie. Freiburg i.Br., Mannheim 1968.
- Epstein, F. H., Ostrander, L. F., Johnson, B. C., Payne, M. W., Hayner, N. S., Keller, J. B., Francis, Th.: Epidemiological studies of cardiovascular disease in a total community. Ann. Int. Med., 62, 1965, č. 6, s. 1170–1187.
- Kaltenbach, M., Becker, H. J., Kollath, J., Spitz, E., Kober, G.: Exercise electrocardiogram and selective coronary arteriography. Coronary heart disease, internat. Symp. Frankfurt, Stuttgart 1971, strany 66–78.
- Kattus, A. M., McAlpin, R. N.: Role of exercise in discovery, evaluation and management of ischemic heart disease. Cardiovascular clinics, 1, 1969, č. 2, s. 255–279.
- Kibittel, W., Volkmar, H., Bräuer, G.: Spiroergometrische Untersuchungsergebnisse von männlichen Studenten des 1. und 2. Studienjahres. Medizin und Sport, 10, 1970, č. 3, s. 82–86.
- Kosickij, G. I.: Civilizacija i serdce. Moskva 1971.
- Lange Andersen, K.: Proposal to IBP-Handbook. Bergen 1968.
- Lichnickaja, Ji. Ji., Čudnovskaja, E. Ji., Doronina, N. A., Škulov, V. L.: Rabotosposobnost industrialnych rabočich srednej polosity SSSR i kriteriji jejo opredelenija. Sborník: Adaptacija čelověka. Leningrad 1972, str. 197–207.
- Linhart, J. W.: Myocardial Function in Patients with Coronary Artery Disease. Amer. J. Cardiology, 23, 1969, č. 3, s. 379–386.
- Mellerowicz, H.: Grundriss der medizinischen Leistungsmessung für innere Medizin, Arbeitsmedizin, Sportmedizin, Versorgungsmedizin und Versicherungsmedizin. München, Berlin 1962.
- Nöcker, J.: Zur Klinik der Coronarerkrankungen jüngerer Männer. Wehrdienst und Gesundheit, sv. 4, Darmstadt 1962, str. 33–50.
- Roskamm, H.: Das Belastungs-Ekg. Freiburg i.Br., Mannheim 1968.
- Seliger, V.: Metody a díleč výsledky výzkumu fyzické zdatnosti obyvatelstva. Praha 1970.
- Spangler, R. D.: A submaximal exercise electrocardiographic test as a method of detecting occult ischemic heart disease. Amer. H. Jour., 80, 1970, č. 6, s. 752–758.
- Stegemann, J.: Leistungsphysiologie. Stuttgart 1971.

Sborníky sjezdů, konferencí, kongresů:

- XIV. sjezd KSČ (strany: 58–59, 150, 573, 580, 616). Svoboda, Praha 1971.
- Stanovení výkonnosti v klinické medicíně. Red. J. Šimíček. Ostrava 1970.
- Physical Fitness. Satellite Symposium of the XXV. Internat. Congress of Physiol. Sci., Prague 1971 (Sborník prací. Red. doc. dr. Seliger, Praha 1973).
- O problémech testingu v rehabilitácii kardiovaskulárních ochorení. Sympóziom, Bratislava 1972. Abstrakta.
- Das gesunde und kranke Herz bei körperlicher Belastung. Verh. der deutsch. Ges. f. Kreislaufforsch., 37. Tagung. Darmstadt 1971.
- Společenské aspekty zdatnosti a tělesné aktivity. Celostátní konference tělovýchovného lékařství, sborník, red. Z. Jírka. Olomouc 1972.