

613.7—072.7

FYZIOLOGICKÉ STANOVENÍ TĚLESNÉ ZDATNOSTI K SPORTOVNÍ VÝKONNOSTI POSLUCHAČŮ

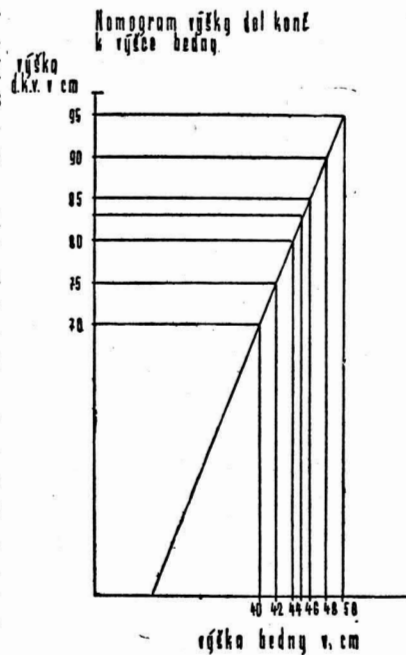
Podplukovník MUDr. Alois ŠTURMA, CSc., VPA KG v Praze, Jaroslav SLAVÍČEK, prom. lékař
Fyziologický ústav FVL KU v Praze

Fyziologie společně s teorií a metodikou tělesné výchovy (popřípadě pedagogikou a psychologí) má za úkol vědecky zdůvodňovat význam tělesné výchovy a sportu pro další zdokonalování tělesného rozvoje člověka a jeho výkonnosti. Dnes je sportovní výkonnost rozsáhlým vědeckým problémem, jehož důležitou součástí je fyziologie sportovní výkonnosti.

Fyziologickými znaky zdatnosti a trénovanosti organismu jsou morfologické i funkční změny svalstva, srdce, plic a činnosti ostatních vnitřních orgánů, které jsou spojeny s příslušnými změnami v činnosti jednotlivých center centrální nervové soustavy a jejich vzájemnými harmonickými vztahy (Frič a Mělka 1956).

Srdeční a oběhové, dýchací a funkční zkoušky v klidu a po práci ve statické, dynamické a post-dynamické fázi prováděl například La Cava (1960), změny plicní ventilace v tréninkovém procesu sledovala Hájková a Handzo (1959), Albrecht (1953). Cureton (1962) udává, že při větším zatížení se zvyšuje minutový klidový objem srdeční ze tří až pěti na 15 — 20 litrů a s touto změnou koreluje i ventilace plic.

Pokus o hodnocení adaptačních změn na specifický, sprintérský a vytrvalecký trénink pomocí



Obr. 1a

Nomogram výšky dolní končetiny k výšce těla.

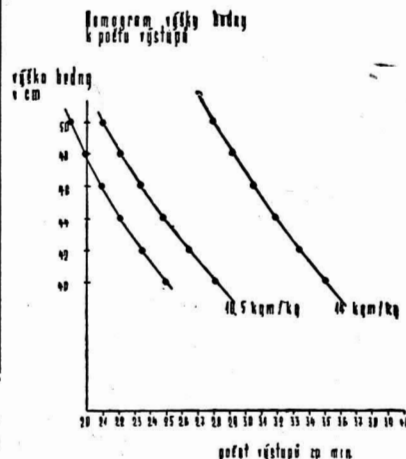
Tab. 1

		Minutová dechová frekvence f_0	Minutový plicní objem (vl) $\pm \sigma$	Zvýšení dechové frekvence pod klidovou hodnotou v % (100 % = klid. hod.)	Zvýšení minutového plicního objemu nad klid. hodnotu v % (100 % = klid. hod.)	Minutový plicní objem (vl)	Minutový dechový frekv. čili σ dech. objem
Klidové hodnoty		14 \pm 1,8	9,6 \pm 2,8	100	100	0,89	
V průběhu námahy	1. min.	27 \pm 4,2	27 \pm 6,6	193	281	1,00	
	2. min.	25 \pm 4	42 \pm 10,3	180	437	1,68	
	3. min.	27 \pm 4,3	50 \pm 9,6	193	520	1,85	
	4. min.	28 \pm 5,4	54 \pm 3,2	200	562	1,92	
	5. min.	28 \pm 4,5	57 \pm 13	200	594	2,04	
Po námaze	1. min.	24 \pm 4,2	43 \pm 11	171	447	1,79	
	2. min.	23 \pm 4,1	30 \pm 9,6	164	312	1,30	
	3. min.	20 \pm 3,4	28 \pm 6,4	143	291	1,40	
	4. min.	20 \pm 4,5	23 \pm 5,8	143	239	1,15	
	5. min.	16 \pm 2	18 \pm 3,8	141	187	1,12	

Dechová frekvence, minutový plicní objem, průměrný dechový objem v klidu, v průběhu step testu a po něm u 25 posluchačů (δ = směrodatná odchylka od průměru)

fyzilogických metod (plicní ventilace, spotřeby kyslíku, výdeje kysličníku uhličitého, tepové frekvence, krevního tlaku) v průběhu zotavovací fáze, po krátkém a středním běhu provedli Zbuzek a spol. (1960). Uvádějí, že ve změnách funkcí dýchacího a oběhového systému v průběhu zotavení po běhu nebyl zjištěn podstatný rozdíl u obou sledovaných skupin sprintérů a vytrvalců.

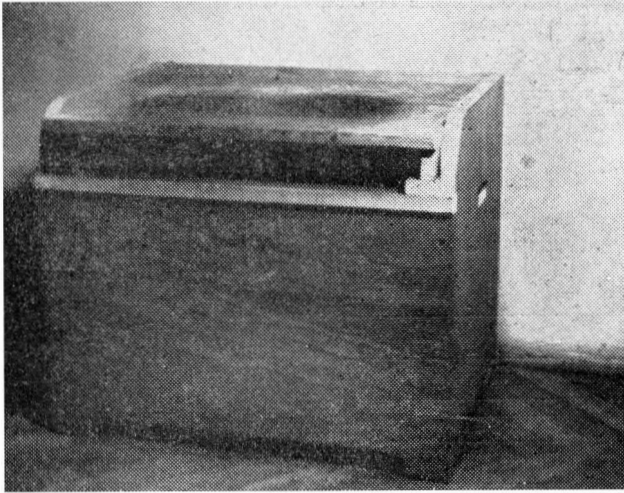
Koch (1959) použil harwardského step testu (Brouhova) ke zhodnocení výchozího stavu funkce srdeční a oběhové a ke sledování stavu trénovanosti, zvláště pak při užití intervalového tréninku.



Obr. 1b

Nomogram výšky bedry k počtu výstupů (v našich pokusech jsme použili standardní tělesné námahy 12,2 kpm⁻¹).

Obr. 2



Glivický a Špryňarová [1959] sledovali vztah tělesné výchovy k tělesnému vývoji a funkčnímu stavu u pracující mládeže pomocí step testu, u kterého dávkovali 24 výstupy za 1 min. jako Karpowich, při 45 cm vysokém stupni.

Metodika

Při vyšetřování fyzické zdatnosti posluchačů jsme se o stavu srdečně cévní soustavy přesvědčovali metodou step testu s přesně dozovanou a měřitelnou námahou. Měření se prováděla za konstantních mikroklimatických podmínek (18°C). Měřili jsme tepovou frekvenci nejprve v klidu a pak po 5minutovém vystupování na bednu v době zotavení vsedě, a to od 1 min. do 1 min. 30 s, od 2 min. do 2 min. 30 s a poslední od 4 min. do 4 min. 30 s. Ze všech tří měření jsme počítali průměr a index podle vzorce

$$\frac{\text{čas ve vt.} \times 100}{2 \times (P_1 + P_2 + P_3)}$$

jímž se vyjadřuje tělesná zdatnost. (P₁ + P₂ + P₃ je součet tepových frekvencí ze sledovaných mě-

Obr. 3



ření). K stanovení počtu výstupů jsme použili nomogramů (obr. 1a, 1b), vypočítaných ze závislosti výšky nastavitelné bedny (obr. 2) k výšce dolní končetiny a k tělesné váze a počtu výstupů k výšce bedny.

Každý z vyšetřovaných vykonával standardní práci 12,2 kpm s⁻¹ neboli 0,17 kgm s⁻¹ na 1 kg tělesné váhy.

Metodika vyšetření ventilačních funkcí: přístroj: plynové hodiny, upravená letecká maska typu KM-30-M s hadicí, pneumograf, stopky, metronom (obr. 3). Vyšetřovaná osoba pohodlně sedí a adaptuje se na dýchání do přístroje 5 min. Na hrudníku má upevněnou gumovou manžetu spojenou s pneumografem, na kterém zaznamenáváme dechovou frekvenci (DF). Hodnoty proventilovaného vzduchu (DV) odečítáme přímo na hodinách v litrech. Obě hodnoty (DF a DV) sledujeme při výstupech při step testu a po 5 minut v době zotavení a v klidu před testem.

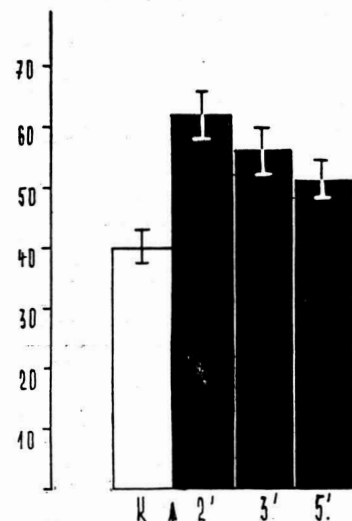
Výsledky

Sledovali jsme jednak index výkonnosti posluchačů, jednak adaptaci dýchacího a cirkulačního aparátu na standardní tělesnou námahu step testu (12,2 kpm s⁻¹). Bylo vyšetřeno 31 posluchačů ve stáří 30 — 35 let, z toho u 25 posluchačů byla současně prováděna metodika vyšetření ventilačních funkcí.

U vyšetřovaných se index výkonnosti pohyboval od hodnot 71 — 102, v průměru 89; pouze u tří jedinců přesáhl hodnotu 100.

Průměr tepové frekvence byl v prvních 30 s 2. minuty po step testu 62, v prvních 30 s 3. minuty 56 a v prvních 30 s 5. minuty 51, proti 40 tepům za 30 s v klidu před step testem (graf 1).

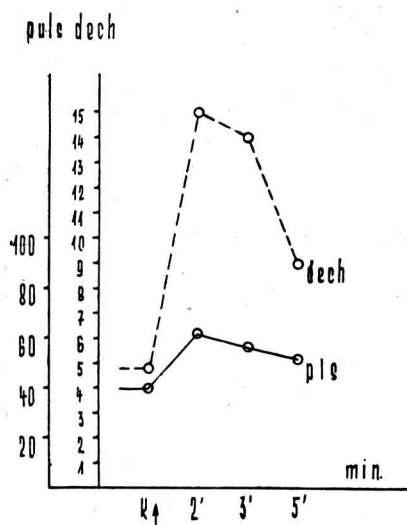
tepů/30 sec -



Ø	40	62	56	51
σ	5,6	7,6	7,7	6,5
srdeční frekvence za 30 sec.				

Graf 1

Srdeční frekvence v klidu a po standardní tělesné námaze 12,2 kpm s⁻¹ (step test) u posluchačů (osa x — čas v min.; osy y — počet tepů) 30 s; šipka označuje ukončení step testu; bílý sloupec — hodnota klidová; černé sloupce — hodnoty po námaze; svislé úsečky — směrodatné odchylky).

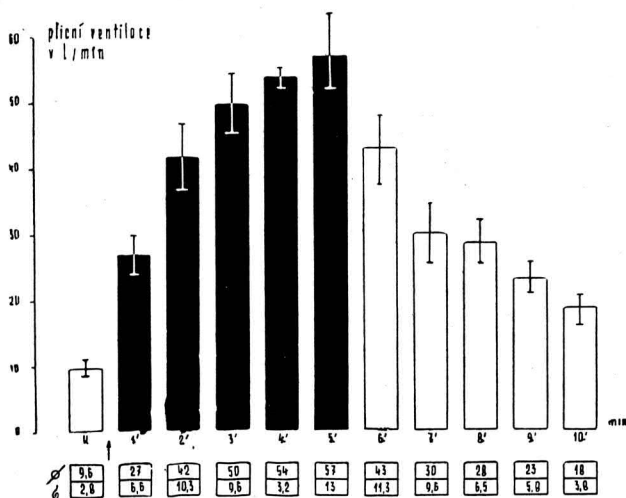


Graf 2

Srdeční frekvence a minutový plicní objem v klidu a po standardní tělesné námaze $12,2 \text{ kpm} \cdot \text{s}^{-1}$ (step test) u posluchačů (osa x — čas v min.; osa y — počet tepů za 30 s, objem dechový v $1/30 \text{ s}$; plná čára — tepová frekvence; čárkovaně — dechový objem).

Graf 3 udává minutový objem dechový (v litrech) v klidu před pokusem, v průběhu step testu a po něm po dobu 5 min. Adaptace dýchacího i cirkulačního aparátu na standardní tělesnou námahu step testu je patrna z grafu 2.

Graf 3



Minutový objem dechový v klidu, v průběhu standardní tělesné námazy $12,2 \text{ kpm} \cdot \text{s}^{-1}$ (step test) u posluchačů (osa x — čas v min.; osa y — minutový plicní objem v $1/\text{min}$.; bílý sloupec K — klidová hodnota před námahou; černé sloupce — hodnoty v průběhu námahy — step test; bílé sloupce — hodnoty po námaze).

Dýchání se ani po pětiminutové pauze nevrátí na původní hodnoty před pokusem. Rovněž tepová frekvence se po pěti min. nevrátila k výchozím hodnotám (tab. 1 a graf 2).

Kromě toho jsme sledovali průměrnou minutovou dechovou frekvenci v průběhu step testu, v klidu před ním i po něm, a její hodnoty jsou shrnuty v tabulce 1. Maximální zvýšení v průběhu námahy je ze 14 dechů/min. v klidu na 28 dechů/min. v průběhu 4. a 5. minuty step testu, tj. o 100 %; v páté minutě po námaze byly hodnoty zvýšeny ještě o 14 %. Zatímco vyšetřované oso-

by v klidu proventilovaly průměrně 0,69 litru vzduchu na 1 dech, v páté minutě po ukončení námahy proventilovaly ještě 1,12 litru (tabulka 1).

Rozprava

Romano (1960) došel k závěru při vyšetřování zkoušek zdatnosti, že o stavu kardiovaskulární soustavy může dát lepší informaci step test a zkouška maximální zátěže než zkouška Martinetova a Letunovova. Zkoušky využívající dávkované a měřitelné námahy jsou v každém případě přesnější (při step testu podle výšky stupně je možno měřit stav pracovní výkonnosti v kpm/s a ještě přesněji v kgm/s na kg váhy, jak uvádí ve své práci Koch (1959).

Při zatížení s počtem výstupů 30/min při výšce stupně 50 cm udává Sobanski (1964) hodnoty 157,3 tepů/min, při výšce stupně 40 cm průměrnou hodnotu 136,5 tepů/min. U skupiny 19letých až 26letých posluchačů vojenské školy dávkoval zatížení 17,5 a 14 $\text{kpm} \cdot \text{s}^{-1}$, což je podstatně vyšší než námi dávkované zatížení.

V naší práci při step testu podle nomogramů (Horák 1963) stanovených podle závislosti výšky nastavitelné bedny k výšce dolní končetiny a váze těla a počtu výstupů k výšce bedny, jsme z počátku dávkovali námahu 16,3 $\text{kpm} \cdot \text{s}^{-1}$, což odpovídá zatížení pro středně výkonné sportovce (Horák 1963). Dávku zátěže jsme však museli snížit na 12,2 $\text{kpm} \cdot \text{s}^{-1}$, poněvadž posluchači nedodržovali od 3. minuty tempo výstupu. Uvážíme-li, že věkový průměr sledované skupiny je 32 roků, nutno se přiklonit spíše k názoru, že získané výsledky jsou určovány malou sportovní výkonností způsobenou nedostatečným sportovním zdomalováním.

Souhrn

U 31 zdravých mužů ve stáří 30–35 let, podrobených standardní tělesné námaze $12,2 \text{ kpm} \cdot \text{s}^{-1}$ (step test) po dobu 5 min., jsme sledovali:

1. index zdatnosti,
2. tepovou frekvenci po námaze,
3. dechovou frekvenci v průběhu námahy a po ní,
4. minutový objem dechový v průběhu námahy a po ní.

Průměrná hodnota zdatnosti byla 89 s krajními odchylkami 71–102. Svědčí o nízké tělesné připravenosti při námaze $12,2 \text{ kpm} \cdot \text{s}^{-1}$, jelikož námaha pro středně výkonné sportovce je v literatuře udávána 16,3 $\text{kpm} \cdot \text{s}^{-1}$.

Všechny hodnoty byly srovnány s hodnotami klidovými před step testem.

Literatura

- Albrecht, H.: Über die Atmung und das Herzminuten — volumen bei Arbeit und Sport, sowie die Herzleistung. Zschr. ges. exp. Med. 122, 1953, 4:356–368.
- La Cava, G.: Die funktionelle Bewertung des Athleten. Med. Welt 1960, 31:1598–1601.
- Cureton, T. K.: Kardiovaskulární připravenost na cvičení a její zachování zvláštním cvičebním řádem. Sportarzt 13, 1962, 7:230–236.
- Frič, J., Mělník, J.: Vědecké základy sportovního tréninku. státní tělových. nakl. Praha, 1956.

Hájková, M., Handzo, P.: Zmeny plúcnej ventilácie v tréningovom procese. Čs. fyziologie 8, 1959, 1:32.

Horák, J.: Osobní sdělení, 1963.

Koch, A.: Gymnastika a sport jako profylaxe a léčení srdečních a oběhových poruch. Sportarzt 10, 1959, 3:53—57.

Molke, W.: Die Überbelastung. Sportarzt 13, 1962, 8:251—254.

Romano, S.: Výsledky některých zkoušek zdatnosti u sportovců. Med. sport 14, 1960, 11:825—834.

Sobanski, R.: Die Ergebnisse eines Stufentestes in Relation zu sportlichen Leistungen und Reihe von Körpermassen. Zschr. für Militär-Medizin 5, 1964, 1:32—36.

Zbuzek, V. a spol.: Pokus o hodnocení adaptačních změn na specifický sprintérský a vytrvalecký trénink. Čs. fyziologie 1960, 1:89.