

Platí ještě dnes hodnoty získané v Mezinárodním biologickém programu v letech 1968 až 1974?

M. Máček¹, J. Máčková²

¹Klinika tělovýchovného lékařství, 2. LF KU, Praha

²Výukové pracoviště tělovýchovného lékařství a funkční diagnostiky, IPVZ, Praha

Klíčová slova: mezinárodní biologický program, maximální spotřeba kyslíku, hodnoty průměrné populace
Key words: international biological program, maximal oxygen uptake, average population's values

☐ Souhrn

Některé výsledky Mezinárodního biologického programu (IBP), naměřené v letech 1968 až 1974 u naší mužské populace, byly srovnány s některými zahraničními hodnotami, získanými později. Ukázalo se, že výsledky jak u dětské populace, tak i u skupin dospívajících jsou srovnatelné. Podobně je tomu i u skupin dospělých od 25 až do 60 let, kde hodnoty IBP byly srovnány s přibližně stejně početnou skupinou zaměstnanců NASA, změřených v posledních několika letech, kde byly získány výsledky více než srovnatelné.

☐ Summary

Máček M., Máčková J.: **The comparison of the results of International Biological Program measured 1968 - 1974 with contemporaneous values.**

Some results gained in International Biological Program in the years 1968 - 1974 in population of Czechoslovak men was compared with the values of different countries. The results of children and young men were found comparable. Similar values were found in comparison of adult population from 25 - 60 years old men, between IBP results and values of the large group of NASA employees.

V odborných diskuzích se často ozývají určité výhrady k hodnotám, které byly získány v letech 1968 až 1974 při plnění Mezinárodního biologického programu (IBP).

Někdo pokládá tyto starší hodnoty za vysoké a někomu se zdají naopak nízké, ale přesto jsou stále používány, protože jiné nejsou k dispozici. Právem se proto objevuje i volání po revizi těchto hodnot, nebo ještě lépe po hodnotách nových. Tento požadavek se však zdá zatím v současných podmínkách málo reálný. Vždyť na programu IBP pracovalo u nás více než 100 osob, pro které plnění programu bylo v podstatě během celých pěti až sedmi let hlavní pracovní náplní po značnou část roku.

V uplynulých desetiletích se změnila řada podmínek majících různě hluboký vliv na získané hodnoty. Bylo by jistě vynikající, kdyby bylo možné výsledky měření každých 20 let revidovat, ovšem pro tento cíl by asi bylo nutno probudit onen původní kolektiv.

Jinou možností, která má však omezenou platnost, je srovnat tyto výsledky s hodnotami získanými v posledních letech jinde.

Současně musíme i odpovědět na námitku, zda je měření $\dot{V}O_2$ max z dnešního hlediska účelné. Od doby, kdy bylo zjištěno, že nízká aerobní zdatnost je ukazatelem rizika vyšší mortality jak na všechny příčiny smrti, tak na ICHS (1), se v klinice zájem o tento údaj zvýšil. Dalším důvodem je i to, že tento faktor může být limitujícím činitelem při vykonávání některých zaměstnání, kde je tělesná zdatnost rozhodující (2). $\dot{V}O_2$ max se rovněž stává kritériem, které spoluurčuje, ať již právem nebo neprávem, indikace nebo kontraindikace některých kardiologických zákroků.

Různé studie ukázaly, že zvláště ve vyšším věku je tělesná zdatnost, vyjádřená hodnotou $\dot{V}O_2$ max, nebo nejvyšší tolerovanou zátěží se současným změřením spotřeby kyslíku, limitující i pro požadavky zátěží všedního dne (3). Na příklad 40% mužů a více než polovina žen nad 65 let nejsou schopni vykonávat těžší domácí práce, 33% z nich není schopno ujít vzdálenost půl kilometru (4).

V literatuře je uváděno dosti reprezentativních studií, které by bylo možné vzájemně srovnávat. Téměř všechny průřezové studie ukazují postupný pokles hodnot $\dot{V}O_2$ max s věkem (5, 6), což však nepotvrzují studie longitudinální, které jsou ale poměrně vzácné a zatím spíše krátkodobé (7, 8, 9, 10). Rozdíly jsou způsobeny asi nepřesností průřezových studií, ve kterých se neodráží dlouhodobé změny způsobu života. Z rozboru těchto studií vyplývá, že postupný pokles $\dot{V}O_2$ max je způsoben změnou složení těla i poklesem pohybové aktivity (11).

Snažili jsme se srovnat nejnovější výsledky s hodnotami IBP naší mužské populace.

V tabulce 1. jsou srovnávány hodnoty $\dot{V}O_2$ max (ml. $kg^{-1} \cdot min^{-1}$) u chlapců IBP (12) s hodnotami získanými později u souborů vyšetřovaných stejnou metodikou v Novém Městě (13), dále stejnou metodikou zpracovaný soubor norských chlapců (14, 15) a soubor německý (16). Chlapci ze souboru holandského byli vyšetřeni maximálním testem na běhátku (17).

Počet vyšetřených je nejvyšší u skupiny IBP, ostatní soubory vykazují řádově nižší počty v desítkách měřených osob, zatímco IBP ve stovkách. Vyšetření skupin IBP probíhalo koncem 60. a začátkem 70. let, zatímco ostatní srovnávané skupiny byly vyšetřeny v 70.-80. letech, tj. s rozdílem asi 15 let. Menší soubory, jak zahraniční, tak náš z Nového Města, byly sledovány z jiného důvodu, měření $\dot{V}O_2$ max

Tab 1 $\dot{V}O_2\text{max}$ u chlapců a dospívajících - $\dot{V}O_2\text{max}$ in boys and adolescents

| Age (years) | IBP 1968-70 | | Norsko 1973 | | Německo 1978 | | Holandsko 1976-80 | | Nové Město 1983-88 | |
|-------------|-------------|-----|-------------|-----|--------------|-----|-------------------|----|--------------------|------|
| | \bar{x} | SD | \bar{x} | SD | x | SD | | SD | x | SD |
| 8 | | | 52,7 | 3,9 | | | | | 49,0 | 9,2 |
| 10 | | | | | 53 | 3,9 | | | 50,5 | 10,4 |
| 12 | 50,1 | 8,0 | 50,4 | 7,5 | 57,4 | 7,1 | 59 | 5 | 56,0 | 9,0 |
| 14 | 48,8 | 8,0 | | | | | | | 56,1 | 8,8 |
| 16 | 47,6 | 8,0 | 49,3 | 7,8 | 47,0 | 3,6 | | | 55,5 | 7,4 |
| 18 | 48,5 | 8,0 | | | | | 59 | 5 | 53,3 | 7,3 |
| 20 | 45,5 | 8,0 | | | | | | | 52,0 | 6,9 |

Tab 2 $\dot{V}O_2\text{max}$ u dospělých mužů - $\dot{V}O_2\text{max}$ in adult men

| Age (years) | $\dot{V}O_2\text{max}$ (ml . min ⁻¹) | | $\dot{V}O_2\text{max}$ (ml . min ⁻¹) | | $\dot{V}O_2\text{max}$ (ml . min ⁻¹) | | $\dot{V}O_2\text{max}$ (ml . min ⁻¹) | |
|-------------|--|-----|--|-----|--|-----|--|-----|
| | NASA | IBP | NASA | IBP | NASA | IBP | NASA | IBP |
| | | SD | | SD | | SD | | SD |
| 25 - 34 | 3573 | 675 | 3150 | 510 | 45,8 | 7,7 | 41,6 | 8,0 |
| 35 - 44 | 3238 | 636 | 2900 | 440 | 40,8 | 8,2 | 38,1 | 8,0 |
| 45 - 54 | 2939 | 557 | 2640 | 400 | 36,6 | 6,9 | 34,8 | 8,0 |
| 55 - | 2598 | 447 | 2470 | 490 | 33,2 | 6,0 | 32,0 | 8,0 |

zde nebylo hlavním cílem. Proto byl výběr lokalit, ve kterých vyšetření probíhalo, směřován k příznivým podmínkám pro pohybovou aktivitu a proto jsou i hodnoty $\dot{V}O_2\text{max}$ u těchto skupin poněkud vyšší než hodnoty IBP.

Srovnat skupinu dospělých je obtížnější, protože podobných reprezentativních populačních souborů v téměř celém věkovém rozpětí, jako byl prezentován v IBP, je velmi málo. Jedním z mála, který se této kategorii přibližuje, je soubor zaměstnanců NASA, vyšetřený v posledních letech a publikovaný v roce 1995 (18).

Vyšetření se samozřejmě v určitých směrech odlišovali od souboru IBP. Věk souboru byl od 25 do 70 let, 87% z nich mělo vysokoškolské vzdělání a vykonávali spíše administrativní práci. Přijetí do zaměstnání nebylo podmíněno určitým stupněm tělesné zdatnosti, ale 85% z nich se podrobovalo jednou za 3 roky lékařské prohlídce, jejíž součástí bylo i zátěžové EKG vyšetření. Do souboru byli zařazeni jen zdraví jedinci, podobně jako v souboru IBP.

Metodika testování se dosti podstatně lišila od metody použité v IBP, stupňovaná zátěž byla provedena na běhátku, podle Bruceho protokolu. $\dot{V}O_2\text{max}$ byla měřena otevřeným systémem v poslední minutě testu. Jako kritérium maxima bylo použito: 1) subjektivní pocit vyčerpání, 2) R 1,1, 3) dosažení fH vyšší než 90% podle věku očekávaného maxima. Počet vyšetřených byl 1499.

Výsledky byly zpracovány podle věkových skupin po 10 letech, proto bylo nutné stejným způsobem upravit i hodnoty IBP. Je opakovaně potvrzeno, že hodnoty získané na běhátku jsou asi o 5-10 % vyšší než na ergometru. Nutno vzít v úvahu i to, že skupina s vyšším vzděláním i pravděpodobně lepším socioekonomickým postavením, má předpoklady k vyšším hodnotám. Populace prezentovaná

v souboru NASA není náhodně vybraná, ale podléhala určité selekci, takže i zde by se mohly uplatnit faktory ovlivňující získané hodnoty. Připočteme-li k hodnotám IBP 5-10 % jsou stejné nebo dokonce lehce vyšší než hodnoty souboru NASA (Tab. 2).

Je rovněž zajímavé srovnat i tělesnou hmotnost, případně podíl tukové tkáně na celkové hmotnosti, které se nepochybně podílejí na relativní hodnotě $\dot{V}O_2\text{max}$. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce 3. % tuku bylo zjišťováno u skupiny NASA pomocí kaliperu a je vypočteno ze 3 řas (hrudník, břicho, stehno). Je určitým překvapením, že hodnoty % tuku (Tab.3) jsou u personálu NASA vyšší než u populace naší, i když musíme předpokládat u této metody, zatížené subjektivní chybou, velké kolísání hodnot.

Není také rozdíl v maximálních hodnotách srdeční frekvence mezi srovnávanými skupinami, jak je vidět z tabulky 4.

Z tohoto jednoduchého srovnání vyplývá, že hodnoty získané u spíše elitní populace amerických zaměstnanců NASA, měřených v posledních letech, se zásadně neliší od náhodně vybraného souboru IBP, měřeného před 25 lety u nás, za předpokladu, že k hodnotám $\dot{V}O_2\text{max}$ připočteme 5-10% pro vyrovnání rozdílu mezi ergometrem a běhátkem.

Ze souboru NASA byly vypočteny zajímavé korelace, které před 20 lety nemohly být ještě vypočteny z výsledků IBP. Např: Roční pokles $\dot{V}O_2\text{max}$, který činí 0,44 ml . kg⁻¹ u sedavých členů souboru a 0,33 ml . kg⁻¹ u tělesně aktivních. Nejtěsnější korelace byly nalezeny mezi hodnotou $\dot{V}O_2\text{max}$ a % tuku ($r=-0,62$) a dále se na významném ovlivnění hodnoty $\dot{V}O_2\text{max}$ podílí i množství pohybové aktivity ($r = 0,58$), zatímco vliv věku není významný. Mnohočetná korelace ukázala, že za pokles maximální spotřeby kyslíku odpovídají z 50%

Tab 3 Tělesná hmotnost a podíl tuku u dospělých mužů - Body weight and proportion of the fat in adult men

| Age (years) | Body weight (kg) | | | | Fat (%) | | | |
|-------------|------------------|------|-----------|-----|-----------|----|------|----|
| | NASA | | IBP | | NASA | | IBP | |
| | \bar{x} | SD | \bar{x} | SD | \bar{x} | SD | x | SD |
| 25 - 34 | 78,4 | 11,2 | 77,3 | 7,9 | 16,5 | | 14,4 | |
| 35 - 44 | 79,4 | 10,9 | 78,7 | 7,9 | 19,4 | | 16,4 | |
| 45 - 54 | 89,0 | 11,0 | 79,3 | 8,9 | 21,6 | | 17,5 | |
| 55 - | 79,0 | 10,4 | 79,5 | 8,9 | 22,9 | | 15,6 | |

Tab 4 Maximální srdeční frekvence (fHmax) u dospělých mužů - Maximal heart rate (fHmax) in adult men

| Age (years) | fHmax (beats. min ⁻¹) | | | |
|-------------|-----------------------------------|----|-----------|----|
| | NASA | | IBP | |
| | \bar{x} | SD | \bar{x} | SD |
| 25 - 34 | 187,1 | | 189,2 | |
| 35 - 44 | 179,5 | | 184,4 | |
| 45 - 54 | 174,6 | | 179,3 | |
| 55 - | 167,0 | | 174,2 | |

tyto dva faktory, tj. podíl tuku na celkové tělesné hmotnosti a množství pohybové aktivity.

Bylo by jistě správné, kdyby byly k dispozici současné normy funkčních hodnot zdravé populace, ze kterých by bylo možné odvodit i hodnoty a závěry, které v době IBP nebyly z řady důvodů možné. I když nadšení a obětavost tehdejších autorů byly velké, technické omezení bylo limitující.

Ovšem pokud tuto obtížnou a málo výnosnou práci zatím není nikdo na sebe ochoten vzít, zdá se, podle tohoto orientačního srovnání, že současná populace v USA má hodnoty velmi podobné, a je tedy možné naše hodnoty i nadále používat.

Literatura

- Paffenbarger RJ, Hyde RT, Wing AL, Hsieh C. Physical activity, all cause mortality and longevity of college alumni. *N Engl J Med* 1986;314:605-13.
- Sothmann MS, Saupé KW, Jasenof D, Blaney J, Donahue-Fuhrman S, Woulfe T. Advancing age and the cardio-respiratory stress of fire suppression: determining minimum standard for aerobic fitness. *Hum Performance* 1990;3:217-36.
- Astrand I, Astrand P-O, Hallback I, Kilbom A. Reduction in maximal oxygen uptake with age. *J Appl Physiol* 1973;35:649-54.
- Fletcher GF, Blair SN, Blumenthal J, Casperse C, Chaitman B, Epstein S, et al. Position statement: Statement on exercise: Benefits and recommendations for physical activity programs for all Americans. *Circulation* 1992;86:340-4.
- Hagberg JM, Allen Wk, Seals DR, Hurley BF, Ehsani AA, Holloszy JO. A hemodynamic comparison of young and older endurance athletes during exercise. *J Appl Physiol* 1985;58:2041-6.
- Rogers MA, Hagberg JM, Martin WH, Eshani AA, Holloszy JO. Decline in VO₂max in master athletes and sedentary men. *J Appl Physiol* 1990;68:2195-9.
- Buskirk ER, Hodgson JI. Age and aerobic power: the rate of change in men and women. *Fed Proc* 1987;46:1824-9.
- Dill DB, Robinson SD, Ross JC. A longitudinal study of 16 champion runners. *J Sports Med Phys Fitness* 1967;7:4-27.
- Pollock ML, Foster C, Knapp D, Rod JL, Schmidt DH. Effect of age and training on aerobic capacity and body composition of master athletes. *J Appl Physiol* 1987;62:725-31.
- Robinson SD, Dill DB, Tzankoff SP, Wagner JA, Robinson RD. Longitudinal studies of aging in 37 men. *J Appl Physiol* 1975;38:263-7.
- Mitchell JH, Sproule BJ, Chapman CB. The physiological meaning of the maximal oxygen intake test. *J Clin Invest* 1958;37:538-47.
- Seliger V, Bartůněk Z, editors. Mean values of various indices of physical fitness in the investigation of Czechoslovak population aged 12 - 55 years. ČSTV, Praha 1976.
- Rutenfranz J, Máček M, Lange Andersen K, Bell R D, Vávra J, Radvanský J. et al. The relationship between changing body height and growth related changes in maximal aerobic power. *Eur J Appl Physiol* 1990;60:282-287
- Lange Andersen K, Seliger V, Rutenfranz J, Mocellin R. Physical performance capacity of children in Norway. Part 1. Population parameters in a rural inland community with regard to maximal aerobic power. *Europ J Appl Physiol* 1974;33:177-95.
- Lange Andersen K, Máček M, Rutenfranz J, Vávra J, Máčková J, Radvanský J et al. Circulatory and respiratory responses to muscular exercise in Czech and Norwegian children. *Physiologia Bohemoslovaca* 1985, 34:303-312
- Rutenfranz J, Lange Andersen K, Seliger V., Klimmer F, Berndt I, Ruppel M. Maximum aerobic power and body composition during the puberty growth period: Similarities and differences between children of two European countries. *Europ J Pediatr* 1981;136:123-33.
- Kemper HCG, Dekker HJP, Ootjers MG, Post B, Snel J, Splinter PG et al. Growth and health of teenagers in the Netherlands: Survey of multidisciplinary longitudinal studies and comparison to recent results of a Dutch study. *Int J Sports Med* 1983;4:202-214.
- Jackson AS, Beard EF, Wier LT, Ross RM, Stuteville JE, Blair SN. Changes in aerobic power of men aged 25-70 yr. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27:113-120.

Prof. MUDr. Miloš Máček, DrSc.
Klinika tělovýchovného lékařství, 2. LF UK,
V Úvalu 84, 15018 Praha 5