

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

Charles University

Faculty of Physical Education and Sport

**Komparace fyzické zdatnosti 18leté populace s výsledky
v rámci mezinárodního biologického programu**

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

PhDr. Pavlína Vostatková

Vypracoval:

MUDr. Petr Hána

Praha, 2024

Prohlášení: Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně ve spolupráci s vedoucím bakalářské práce a na základě literatury a pramenů uvedených v seznamu použité literatury. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

.....

MUDr. Petr Hána

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své bakalářské práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto bakalářskou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Dovoluji si tímto poděkovat paní PhDr. Pavlíně Vostatkové za odborné vedení, přívětivý přístup a čas, který mi věnovala při tvorbě této práce.

Dále si dovoluji poděkovat slečně Mgr. Haně Kolářové za její pomocnou ruku na cestě k této práci, bez níž by nikdy nevznikla.

Abstrakt

Název práce: Komparace fyzické zdatnosti 18leté populace s výsledky v rámci mezinárodního biologického programu

Cíle práce: Cílem práce je porovnat fyzickou zdatnost současné 18leté populace mužského pohlaví na základě výsledků VO₂max s daty naměřenými v rámci mezinárodního biologického programu (IPB) v období 60. a 70. let dvacátého století v bývalé Československé socialistické republice.

Metody: Komparace výsledků dvou studií.

Výsledky: Získané údaje z provedené studie v roce 2023 a následná komparace s výsledky studie z roku 1970 v rámci porovnání hodnot maximální spotřeby kyslíku na kg hmotnosti (VO₂max) svědčí pro signifikantní pokles všeobecné fyzické zdatnosti 18leté mužské populace.

Klíčová slova: Mezinárodní biologický program, 18letá mužská populace, maximální spotřeba kyslíku

Abstract

Title: Comparison of the physical fitness of an 18-year-old population with the results of an international biology program

Objectives: The aim of the work is to compare the physical fitness of the current 18-year-old male population based on VO₂max results with data measured within the framework of the International Biological Program (IPB) in the 1960s and 1970s in the former Czechoslovak Socialist Republic.

Methods: Comparison of the results of two studies.

Results: The data obtained from the study carried out in 2023 and the subsequent comparison with the results of the study from 1970 in the framework of the comparison of values of maximum oxygen consumption per kg of weight (VO₂max) testify to a significant decrease in the general physical fitness of the 18-year-old male population.

Keywords: International Biology Program, 18-year-old male population, maximal oxygen consumption

Obsah

1	ÚVOD.....	9
2	TEORETICKÁ VÝCHODISKA, STANOVENÍ VÝZKUMNÉHO PROBLÉMU.....	10
3	CÍLE, ÚKOLY, VĚDECKÉ OTÁZKY A HYPOTÉZY	12
3.1	Cíle práce	12
3.2	Úkoly práce	12
3.3	Vědecké otázky	12
3.4	Hypotézy	12
4	METODOLOGIE	13
4.1	Design výzkumu.....	13
4.2	Výzkumný soubor	14
4.3	Metodika vedoucí k získání sledovaných parametrů	16
5	VÝSLEDKY	18
5.1	Současný fyzický stav 18leté mužské populace.....	18
5.2	Současný fyzický stav 18leté mužské populace ve srovnání s identickou populací před 50 lety	19
5.3	Současný fyzický stav 18leté mužské populace sportovně aktivní a nesportující populace.....	21
5.4	Současný fyzický stav 18leté mužské populace dle místa pobytu.....	24
6	DISKUSE.....	27
7	ZÁVĚR	29
	Seznam použité literatury.....	30

Seznam použitých zkratek

TF, TF _{max}	tepová frekvence a maximální tepová frekvence
IPB	mezinárodní biologický program
VO ₂ max	maximální spotřeba kyslíku (ml/min)
VO ₂ max/kg	maximální spotřeba kyslíku na kilogram hmotnosti (ml/min/kg)
W _{max}	maximální silový výkon ve wattech
W _{max} /kg	maximální silový výkon ve wattech na kg hmotnosti
VE _{max}	maximální usilovná ventilace za 1 min
RER	respirační kvocient
f _H	srdeční frekvence (tepy/min)
fáze plato	neprogredující či klesající hladina VO ₂ v maximální zátěži
W ₁₇₀	silový výkon ve watech při srdeční frekvenci 170/min
W ₁₇₀ /kg	silový výkon ve wattech při srdeční frekvenci 170/min na kg hmotnosti
Q	minutový objem srdeční (l/min)
FEV	objem vzduchu vydechnutý s maximálním úsilím za 1s
FVC	vitální kapacita plic

1 ÚVOD

Pilotní studie srovnání fyzické zdatnosti 18letých chlapců provedená v roce 2023 se stejně starými chlapci z roku 1970 vychází z mezinárodního biologického programu (IPB) uskutečněného také v Československé republice na přelomu 60. a 70. letech pod vedením prof. MUDr. V. Seligera, DrSc.

Fyzická zdatnost člověka může být silně ovlivněna jak prostředím, ve kterém žije, tak opačně může člověku pomáhat jeho prostředí obměňovat (Seliger, 1974). Úroveň fyzické zdatnosti jednotlivce se pak zpětně odráží na zařazení člověka do adekvátní společenské struktury, společnosti, do konkrétního pracovního zařazení, délce aktivního pracovního života a je velmi důležitým činitelem ovlivňující naše zdraví.

Ukazatele fyzické zdatnosti lze vyšetřit jak ve venkovním prostředí, tak i v laboratorních podmínkách. K tomu to účelu v rámci IBP bylo použito více fyzických testů, jako je běh na 50 metrů, člunkový běh na 40 metrů, shyby, výdrž ve shybu, skok daleký z místa, vytrvalostní běh a jízda na bicyklovém ergometru se současným záznamem funkcí kardiopiračního systému. Ke komparaci dvou výše uvedených skupin jsem si vybral vyšetření spiroergometrie na bicyklovém ergometru, jako nejvalidnějšího testu všeobecné fyzické zdatnosti postihující kardiopirační a metabolické funkce včetně silové složky.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA, STANOVENÍ VÝZKUMNÉHO PROBLÉMU

V mezinárodním biologickém programu byli v Československu vyšetřeni v letech 1968–1974 skupiny obyvatelstva ve věku od 12 do 55let (Máček & Vávra, 1988) a to v rámci zjištění průměrné zdatnosti dané populace. Důvodem bylo nejen posuzování výkonnosti jednotlivce ve sportu, ale i hodnocení zdravotního stavu člověka při jakémkoliv onemocnění s možností následné terapie, rehabilitace, posouzení pracovního zařazení.

Všechny výše uvedené aspekty jsou však dnes srovnávány s výsledky více než 50 let starými, kdy životní úroveň obyvatelstva a jeho technické zabezpečení bylo zcela odlišné oproti dvacátým létům 21. století. Z toho tedy vyplývá zvažít novou studii, jejíž výsledky byly by poplatné současné době charakterizované maximálním využitím počítačové sféry.

Této vývojové procedury lidstva si byli autoři studie vědomi už v minulém století, kdy již v roce 1988 bylo poukázáno na velmi žádoucí podobnou studii zopakovat (Máček & Vávra, 1988).

Na podobné téma, zjištění fyzické zdatnosti populace dětí a mládeže byla v roce 2023 publikována práce „Reference values of aerobic fitness in the current pediatric population with Z-score determination for the above cohort and determination of VO₂max reference values“ od autorů Amedro Pascala a kolektivu, publikována v časopisu *European Journal of preventive kardiology*. Do studie byly zařazeny děti z americké, německé a francouzské populace, které splnily podmínky dosažení hodnot maximální srdeční frekvence alespoň 80% z maxima, to je 220 - věk a dále již nebyly schopny udržet otáčky nad 60/min. Podmínkou nebylo dosažení fáze plato v maximální zátěži. Publikované výsledky se vztahovaly mimo jiných na děti staré 14 let ± 2 roky a hodnota VO₂max/kg činila u německých dětí 45,3 ± 7,9 ml/min/kg a u amerických 38,8 ± 9,6 ml/min/kg, celkový výsledek pak činil 42,4 ± 9,2 ml/min/kg. Přestože jsou tyto hodnoty doporučovány jako referenční hodnoty daných věkových skupin, nebylo vždy dosaženo maximálního výkonu a při přepočtu 117 probandů na 4 ročníky od 15 do 18 let nám vychází pouhých 29 vyšetřených v jednom ročníku.

O další stanovení normativ maximální spotřeby kyslíku vzhledem k posouzení kardiopulmonární zdatnosti dětí a mládeže, se pokusila studie „Normative reference values for cardiopulmonary exercise testing in healthy children and adolescents“ (Poosala et al., 2022) a to rovněž z důvodů malé četnosti údajů o pediatrických referenčních hodnotách VO₂max v posledních několika desetiletích, publikována v časopise Journal of the American College of Cardiology. Dospěla k hodnotě VO₂max 46,7ml/min/kg hmotnosti u 68 vyšetřovaných ve stáří 15 až 17 let, tj. v průměru 23 dětí na jeden ročník. Nevýhodou této studie kromě nízké četnosti probandů je i to, že se jednalo o děti, které byly doporučeny k vyšetření ze zdravotního důvodu.

V další ojedinělé studii „Normative Values for Cardiopulmonary Exercise Stress Testing Using Ramp Cycle Ergometry in Children and Adolescents, publikované v časopise The Journal of pediatrics, v roce 2021 se Burstein et al. snaží poskytnout normy při testování dětí a mládeže pro Spojené státy americké s využitím parametru VO₂max, kdy bylo použito retrospektivních výsledků od dostatečně velké populace, byli to však jedinci testováni pro bolesti na hrudi, presynkopu, synkopu či palpitace, rodinou anamnézu vrozené srdeční anomálie nebo náhlou srdeční smrt. Dosažená průměrná hodnota VO₂max u 18letých probandů činila v této studii hodnotu 3,14 l/min.

Ostatní publikované studie ve světové či naší literatuře používají data ze vzorků sportující mládeže (Heller, 2018; Novák, 2015) a nemůžeme tedy hovořit o výsledcích a normativech dané věkové populace.

3 CÍLE, ÚKOLY, VĚDECKÉ OTÁZKY A HYPOTÉZY

Praktická část bakalářské práce se zabývá rozborem dat ze studie 18letých chlapců provedené v roce 2023 a následné komparace s výsledky ze studie provedené v roce 1970 v rámci IPB.

3.1 Cíle práce

Cílem práce je porovnat fyzickou zdatnost současné 18leté populace mužského pohlaví na základě výsledků VO₂max s daty naměřenými v rámci mezinárodního biologického programu (IPB) v období 60. a 70. let dvacátého století v bývalé Československé socialistické republice

3.2 Úkoly práce

1. Prostudovat rešerši s tematikou fyzické zdatnosti a prostudovat předešlé výzkumy s podobnou tematikou
2. Příprava vlastního výzkumu
3. Sběr dat
4. Zpracování a analýza získaných dat
5. Interpretace výsledků

3.3 Vědecké otázky

1. Jaký je současný fyzický stav 18leté mužské populace?
2. Jaký je současný fyzický stav 18leté mužské populace ve srovnání s identickou populací před 50 lety?
3. Jaký je současný fyzický stav 18leté mužské populace sportujících a nesportujících?

3.4 Hypotézy

V průměru bude pozorován pokles fyzické zdatnosti současné dospívající populace na podkladě snížené hladiny VO₂max vlivem změny životního stylu s ohledem na technický pokrok a ekonomický blahobyť.

4 METODOLOGIE

4.1 Design výzkumu

Výsledky, poskytnuté z ambulance tělovýchovného lékařství, pro účely této teoreticko-empirické práce, byly získány na kohortě 18letých chlapců, kteří splnili podmínky zátěžového ergometrického testu stanovené atestovaným tělovýchovným lékařem, kdy byly garantovány základní podmínky zátěžových vyšetření.

Výzkumný soubor zahrnuje 18leté chlapce studující nebo pracující od okresního přes krajské až po hlavní město, jedince sportující i inaktivní, žijící na venkově či ve městě.

Z důvodu relevantnosti studie bylo zapotřebí vzít v úvahu faktory ovlivňující výkon každého jednotlivce. Mezi 6 nejdůležitějších faktorů ovlivňující výsledek, tj. maximální hladinu VO₂max dle McArdle (2010) patří:

1. způsob zátěže
2. dědičnost
3. vliv fyzické zátěže
4. pohlaví
5. velikost a složení těla
6. stáří

ad1/ u všech vyšetřovaných proběhl test na identickém bicyklovém ergometru v adekvátních časových relacích a odpovídající silové složce

ad2/ vliv tohoto faktoru lze velmi těžko stanovit vzhledem k probandům již dlouhodoběji sportujícím

ad3/ k relevantnosti studie s ohledem na objektivní výsledky byli do studie zařazeni jak sportující tak nesportující chlapci

ad4 / všichni vyšetřovaní byli mužského pohlaví

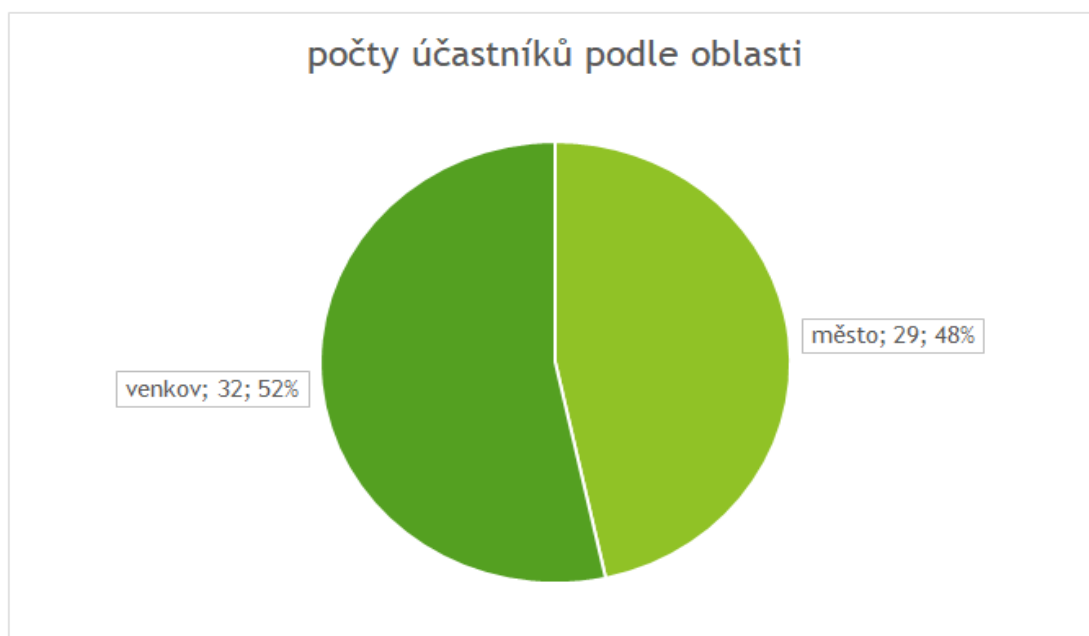
ad5/ s ohledem na velikost a hmotnost jednotlivců, byly dosažené výsledky přepočteny na kg hmotnosti, s ohledem na složení těla při měření množství tuku, nutnosti použít adekvátní metodu, odpovídající výzkumu v roce 1970, tj. kaliperaci dle Pařízkové (1962), nebylo provedeno další zkoumání, neboť tato metoda nezohledňuje nitrobřišní tuk

ad6/ všichni probandi byli ve věku 18let

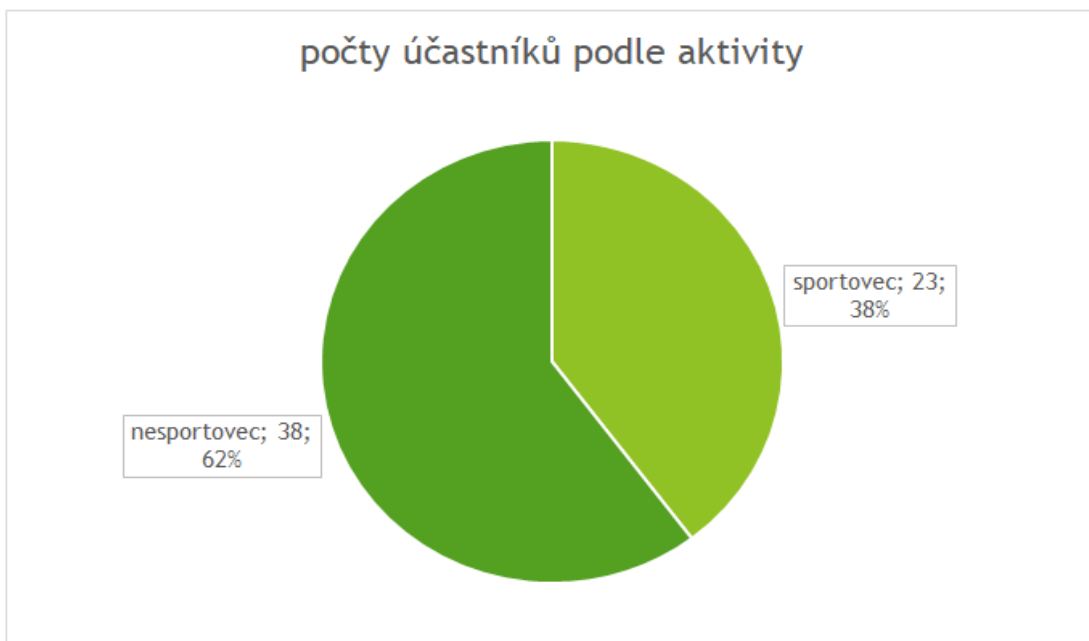
Přestože poskytnuté výsledky byly podmíněné srovnávacím protokolem IPB, došlo k velmi dobrému zohlednění výše uvedených faktorů.

4.2 Výzkumný soubor

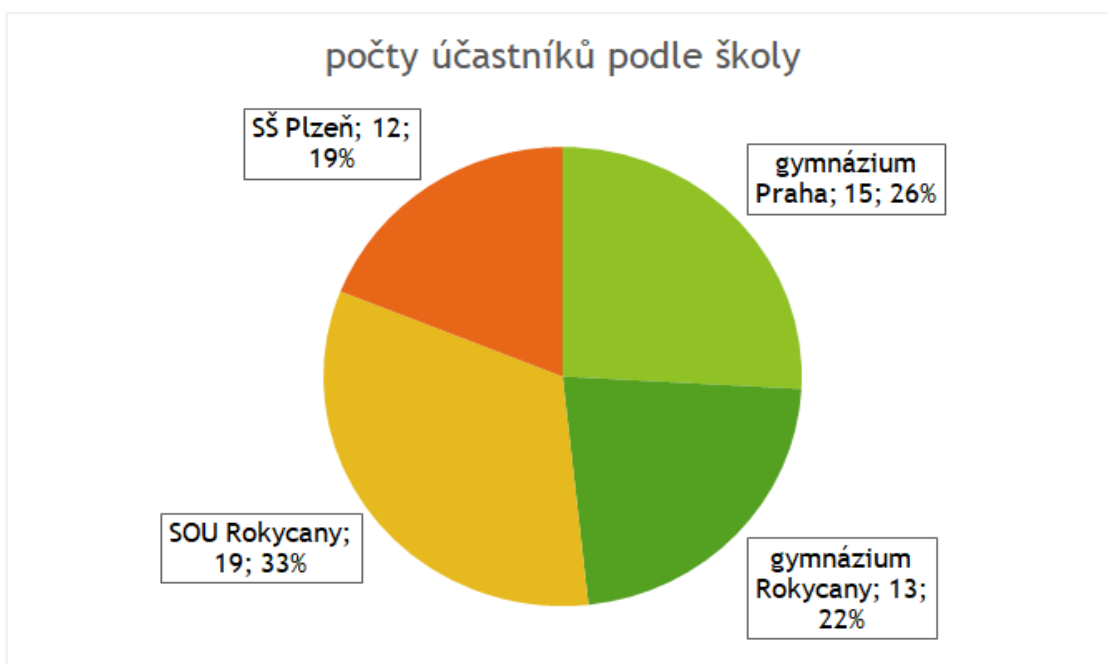
Do této studie byly poskytnuty výsledky vyšetření provedené v zátěžové laboratoři tělovýchovného lékařství. V samotné práci byly využity hodnoty získané od mužské populace, která dosáhla v roce 2023 18 let. V rámci objektivizace výsledných hodnot a následných doporučení byli ve studii zařazeni chlapci jak sportující tak nesportující (graf č. 2), odlišení bylo provedeno na základě pravidelné zátěže 3 a vícekrát v týdnu, kdy při této nepodkročitelné hranici dochází prostřednictvím tělesných cvičení k adaptaci a rozvoji fyziologických i fyzických parametrů nutných ke sportu na výkonnostní a vrcholové úrovni (Měkota & Cuberek, 2007; Perič, 2010), z města a venkova (graf. č 1), kde dle demografických parametrů byla stanovena hranice obyvatel tři tisíce (Zákon č. 128/200 Sb.) a dále studující z odlišných typů středních škol v různých částí České republiky (graf č. 3). Celkem bylo hodnoceno 65 vyšetřovaných chlapců. Z toho 2 byli vyloučeni pro neodpovídající věk, jeden pro nesplnění podmínek dosažení maximální zátěže a jeden pro nefyziologickou činnost srdce v průběhu testu.



Graf 1 Srovnání procentuálního zastoupení probandů město - venkov z r. 2023



Graf 2 Srovnání procentuálního zastoupení probandů sportovec - nesportovec z r. 2023



Graf 3 Srovnání procentuálního zastoupení probandů dle školy z r. 2023

Vysvětlivky: v rozložení účastníků podle školy je 59 probandů (1 proband v evidenci úřadu práce a 1 proband pracující)

4.3 Metodika vedoucí k získání sledovaných parametrů

Parametr $VO_2\max$ je definován jako maximální spotřeba kyslíku, kterou člověk využije při maximální fyzické zátěži a vypovídá nejen o lepší schopnosti aerobního přenosu energie a tím pádem je i určujícím faktorem vytrvalostního výkonu, ale toto měřítko má také důležitý fyziologický význam, neboť vyžaduje integraci plicního, kardiovaskulárního a neuromuskulárního systému na vysoké úrovni a je rovněž odrazem silových schopností (McArdle, 2010). Spiroergometrické vyšetření se převážně provádí vzhledem k objektivním podmínkám v zátěžové laboratoři a to buď na bicyklovém ergometru, běžeckém chodníku či veslařském trenažéru. V mé studii vzhledem ke srovnání výsledků ze studie v roce 1970 bylo použito zátěžového vyšetření na bicyklovém ergometru Ergoline 900, který zajišťuje při různém počtu otáček neměnný silový výkon ve wattech, to znamená, že je frekvenčně nezávislý a byl programově řízen přes počítač. Objektivnost výsledků byla zabezpečena odbornou kalibrací přístroje před zahájením testování. Hmotnost probanda byla provedena na váze TBF 551 firmy TANITA a měření výšky pomocí nástěnného metru ADE. Vyšetření zátěžové spirometrie bylo provedeno na analyzátoru dechových plynů METALYZER®3 B CORTEX, kde se provádí průběžná kalibrace kyslíkem pravidelně měsíčně a automatická kalibrace před každým měřením. Výsledky pak jsou získávány pomocí softwarem MetaSoft Studio, dodávaného současně s přístrojem Metalyzer Cortex.

Samotná metodika vyšetření vycházela v základech z metodiky použité v rámci Mezinárodního programu IPB v 70. letech minulého století (Seliger, Bartůněk, 1978) s výjimkou kadence, kdy probandi použili k zahřátí kadenci 80 otáček za minutu, při samotném testu pak 85 otáček za minutu a při dosažení respiračního ekvivalentu 1,0 pak 90 otáček za minutu. Tato metodika byla využita díky poznatkům z cyklistiky o maximální efektivitě při dané kadenci blízké se 90 otáčkám a rovněž pro letitou zkušenost z praktických výstupů zátěžové spiroergometrie k dosažení maximálních výsledků.

Zahřátí organismu bylo provedeno v 3minutových intervalech souvisle na sebe navazujících a postupným navyšováním silové složky z 1 W/kg hmotnosti přes 1,5 W/kg hmotnosti na konečné 2 W/kg. Následovala minutová pauza a samotný stupňovitý test od 2 W/kg hmotnosti a to o 0,5 W/kg každou minutu do vyčerpání.

U probandů nad 80 kg o 40 W/min vzhledem k limitující silové složce a nutnosti dosáhnout maximálního výkonu.

Výsledná data mne poskytnutá z programu Metasoft Studio byla zpracována a vyhodnocena v programu Microsoft Excel.

K posouzení relevantních výsledků pro zařazení probandů do studie a následného srovnání se studií provedenou v roce 1970 byly použity tyto hodnoty: respiračního kvocientu (RER) neboli poměru množství vydechovaného oxidu uhličitého ku množství kyslíku v těle spotřebovaném, která musela dosáhnout minimální hladiny 1,1 a zhodnocení dosažení fáze plato ve spotřebě kyslíku.

Dále byla v programu Microsoft Excel ze základních 3 výsledků získaných při zahřátí organismu a to z parametru srdeční frekvence na jednotlivých stupních zátěže, tedy na 1,0W, 1,5W a 2W na kg hmotnosti vypočítaná předpokládaná výkonnost zatěžované osoby při srdeční frekvenci 170/min, tedy parametr W170/kg.

Pro srovnání výsledků mezi studii byl využit t-test, což poskytuje robustní metodu pro stanovení statistické odlišnosti mezi skupinami, kde byl statistická významnost posouzena na konvenční hladině $\alpha=0,05$. U starších dat jsme v analýze použili předpoklad normality, což podporovala i nově sesbíraná data.

5 VÝSLEDKY

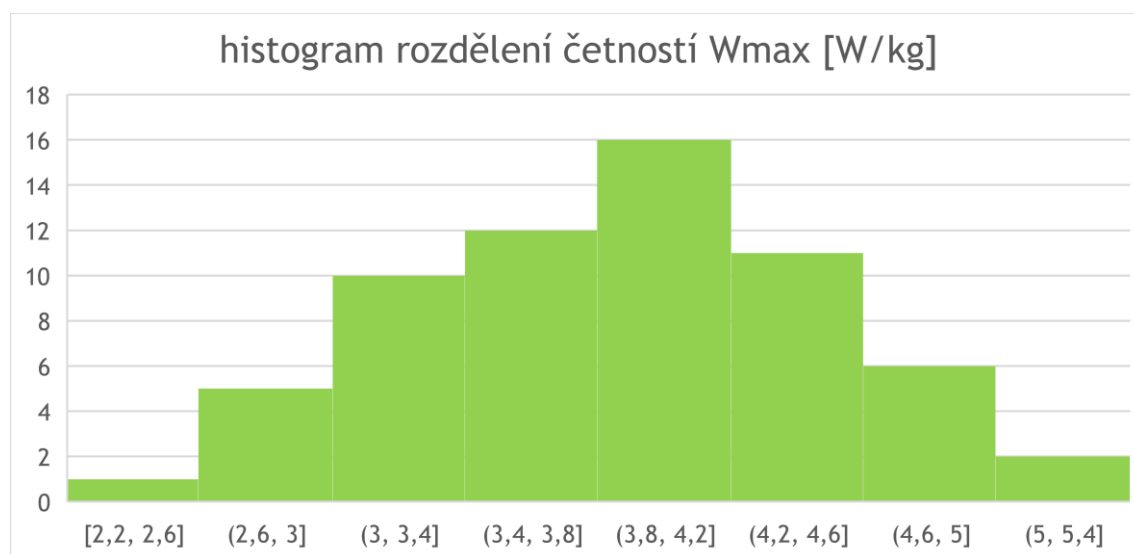
Výsledky pilotní studie z roku 2023, zaměřené na hodnocení fyzické zdatnosti 18letých chlapců a následné porovnání s populací 18letých chlapců z roku 1970, jednoznačně dokumentují celkový pokles této zdatnosti napříč různými parametry. U všech probandů bylo v jednotlivém zátěžovém testu dosaženo maxima, což svědčí hodnota respiračního kvocientu, dosahující minimálních a vyšších hodnot než 1,1 a dosažení fáze plató ve spotřebě kyslíku. Hlavní parametr, VO₂max, byl analyzován s použitím výsledků od širokého spektra jedinců s ohledem na geografické rozložení, studijní zaměření a socioekonomické zázemí.

5.1 Současný fyzický stav 18leté mužské populace

Tabulka 1 Hodnoty pilotní studie provedené v r. 2023

Průměrné hodnoty celkem (n=61)				
veličina	W 170 [W/kg]	Wmax [W/kg]	VO ₂ max [ml/min/kg]	tuky % dle Pařízkové
průměr	2,32	3,90	43,14	11,85
směrodatná odchylka	0,60	0,68	7,08	7,21

Vysvětlivky: W170 výkon ve wattech při fH-170/min na kg hmotnosti, Wmax výkon ve wattech při maximální zátěži na kg hmotnosti, VO₂max maximální spotřeba kyslíku na kg hmotnosti



Graf 4 Rozdělení četností Vmax jednotlivých probandů studie z r. 2023

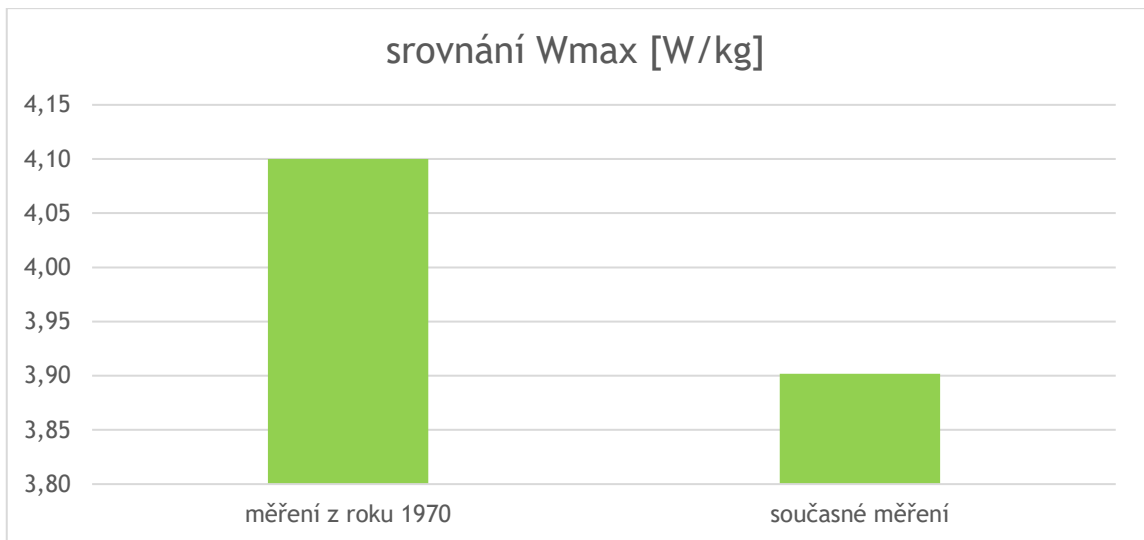
V grafu č. 4 je graficky znázorněna distribuce pozorovaných hodnot W_{max} . Data mají unimodální rozdělení četností, u kterých se modus nachází mezi minimální a maximální naměřenou hodnotou. Zjištěné hodnoty W_{max} se podobají normálnímu rozložení a můžeme použít parametrické statistické testy.

5.2 Současný fyzický stav 18leté mužské populace ve srovnání s identickou populací před 50 lety

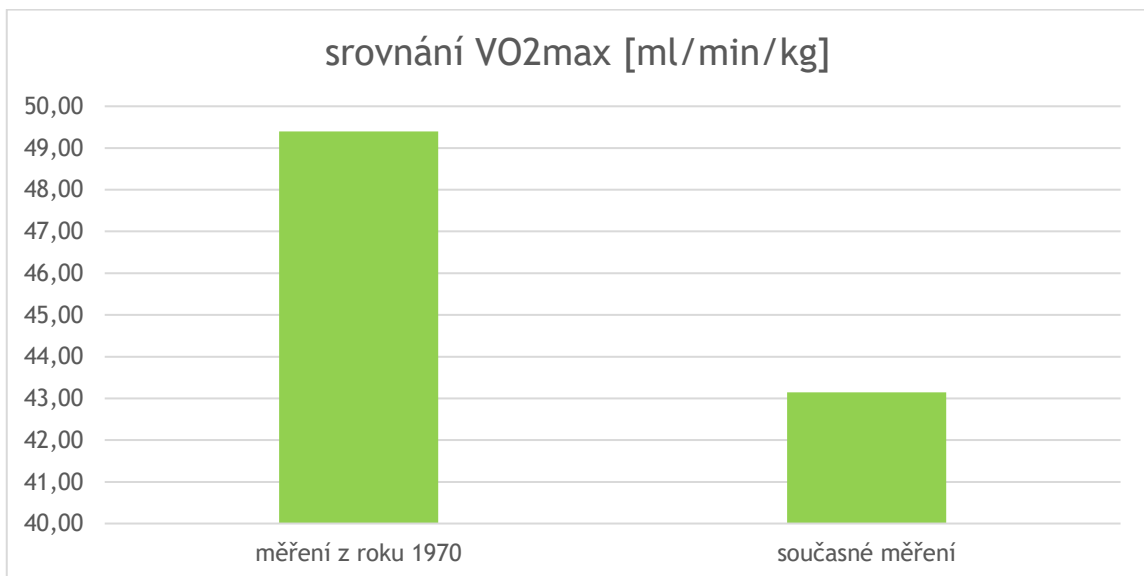
Tabulka 2 Srovnání výsledků studie provedené v r. 2023 s r. 1970

Srovnání výsledků měření z roku 2023 a 1970				
		měření z roku 1970	měření z r. 2023 (n=61)	procentuální změna
VO ₂ max [ml/min/kg]	průměr	49,40	43,14	-12,70%
	směrodatná odchylka	5,70	7,08	
W _{max} [W/kg]	průměr	4,10	3,90	-4,80%
	směrodatná odchylka	0,50	0,68	
W ₁₇₀ [W/kg]	průměr	2,70	2,32	-14,10%
	směrodatná odchylka	0,70	0,60	

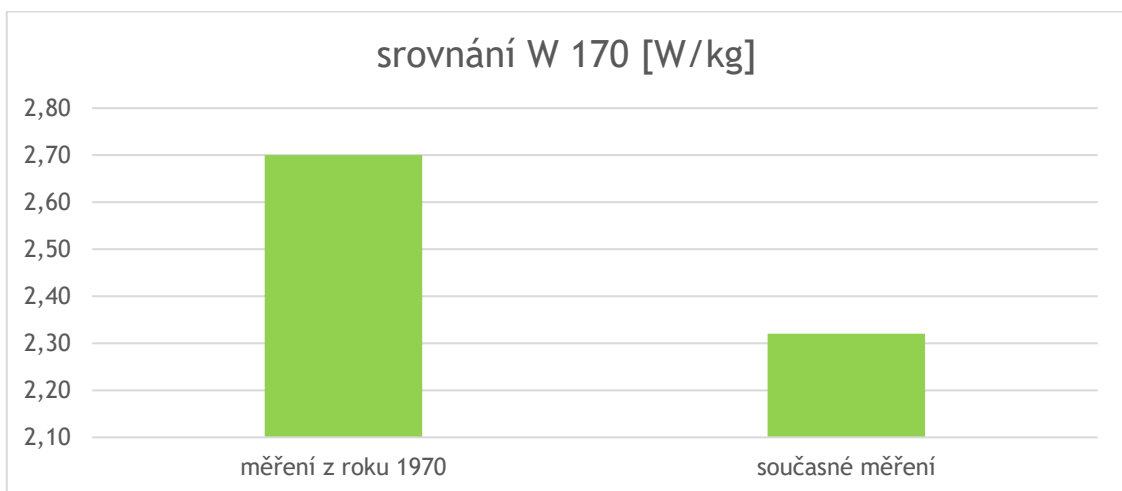
Z tabulky č. 1, zobrazující výsledky zátěžového testu na ergometru v roce 2023, a následné tabulky č. 2, porovnávající tyto výsledky s původní studií provedenou v roce 1970, vyplývá výrazný pokles celkové fyzické zdatnosti, zejména na základě výsledků v parametru VO₂max. Hodnoty maximální spotřeby kyslíku v roce 1970 činily 49,40 ml/min/kg hmotnosti oproti roku 2023, kdy dosáhly hladiny 43,14 ml/min/kg. Celkově jsme pozorovali pokles VO₂max o 17,70 %. Nejmenší pokles z pozorovaných parametrů jsme zjistili u W_{max}. V průměru byl maximální výkon našich probandů o 0,2 W/kg nižší než v IPB, což představuje pokles maximálního výkonu o 4,80 %. Naopak výrazný pokles jsme zaznamenali v zátěži ve W/kg, kterou je člověk schopen ušlápnout při hodnotě tepové frekvence 170 tepů/min, kdy v průměru došlo k poklesu o 14,10 %. Graficky jsou rozdíly v parametru VO₂max, W_{max} a W₁₇₀ znázorněny v grafech č. 5, 6, 7.



Graf 5 Srovnání studií z r. 1970 a r. 2023 v parametru V_{max}



Graf 6 Srovnání studií z r. 1970 a r. 2023 v parametru VO_{2max}



Graf 7 Srovnání studií z r. 1970 a r. 2023 v parametru W_{170}

S cílem posoudit, zda se průměrné hodnoty pro VO₂max, W_{max} a W₁₇₀ ve sledovaných obdobích signifikantně liší ($p < 0,05$), byla provedena série t-testů jednoho vzorku.

Dostupná data z roku 1970 obsahují informace o počtu testovaných jednotlivců, průměrech a standardních odchylkách proměnných. Předpoklad normálního rozdělení dat, což je podporováno daty z roku 2023, nám ale umožňuje srovnání dat z obou let.

Výsledky odhalily statisticky významné rozdíly mezi oběma obdobími. Pro VO₂max dosáhla p-hodnota extrémně nízké hodnoty ($p < 0,001$), což naznačuje robustní odmítnutí nulové hypotézy o shodnosti průměrných hodnot VO₂max v letech 1970 a 2023. Podobný vzor se objevil u W₁₇₀ s p-hodnotou $p < 0,001$. Naopak u W_{max} nulová hypotéza nemohla být odmítnuta, což naznačuje, že v tomto ohledu nemusí být mezi obdobími signifikantní rozdíl.

5.3 Současný fyzický stav 18leté mužské populace sportovně aktivní a nespportující populace

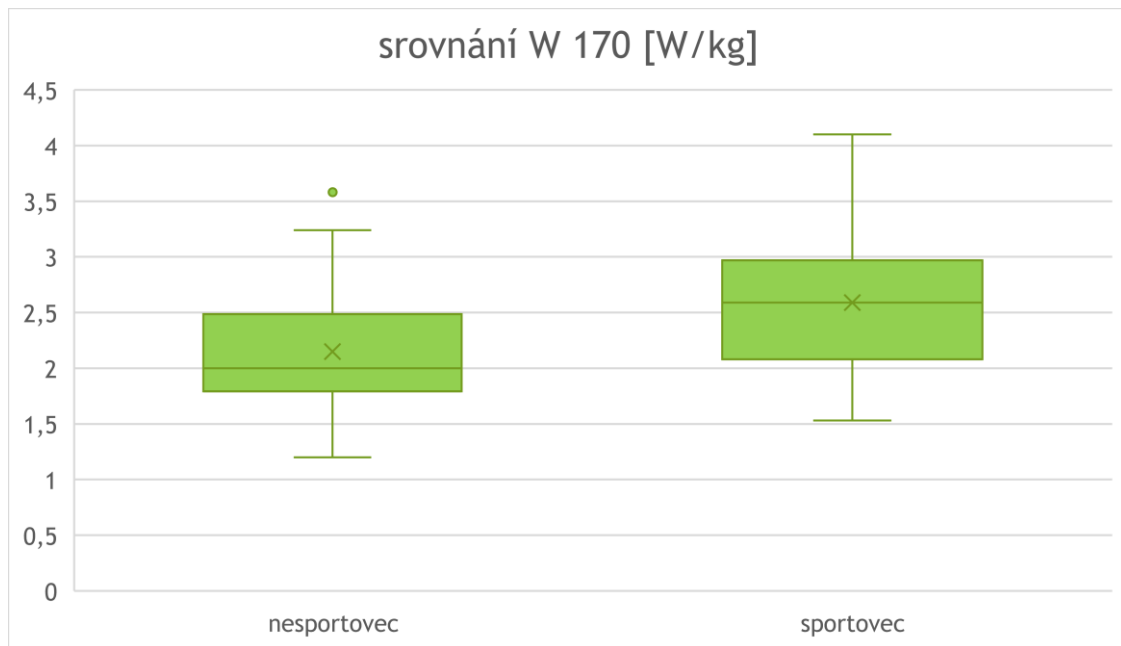
Tabulka 3 Srovnání fyzické zdatnosti na podkladě parametru W₁₇₀, W_{max}, VO₂max a množství podkožního tuku u sportovců a nespportovců v roce 2023

Průměrné hodnoty podle sportovní aktivity								
	W 170 [W/kg]		W _{max} [W/kg]		VO ₂ max [ml/min/kg]		tuky %	
	průměr	směr. odchylka	průměr	směr. odchylka	průměr	směr. odchylka	průměr	směr. odchylka
sportovec	2,59	0,60	4,34	0,66	47,63	5,78	10,08	5,94
nesportovec	2,15	0,54	3,64	0,55	40,38	6,51	12,89	7,84
rozdíl v % (sportovec/nesportovec)	17%		16%		15%		-28%	

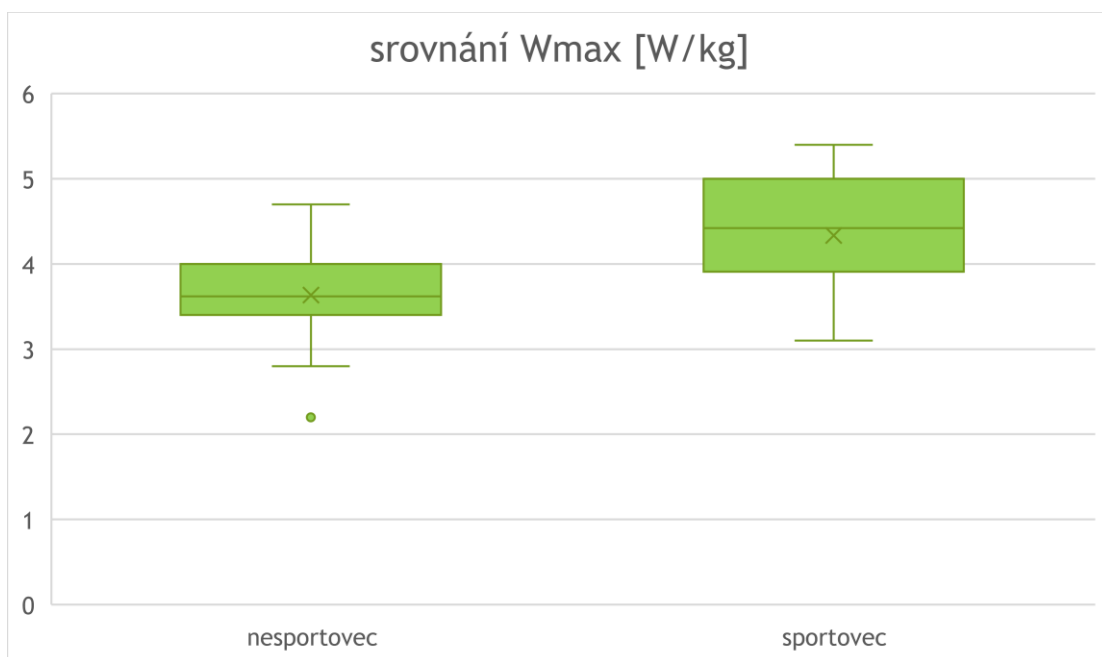
Rozdíly mezi sportující a nespportující 18letou chlapeckou populací nám dokumentuje tabulka č. 3. kde na mnou vybraných parametrech a to VO₂max, W₁₇₀ a W_{max} můžeme zcela jednoznačně deklarovat vliv fyzické zátěže na lidský organismus.

Pohybová aktivita má zásadní podíl na zdravotním stavu populace ať už na úrovni upevnění nebo následného posílení. Příkladem může být vysoká incidence metabolického

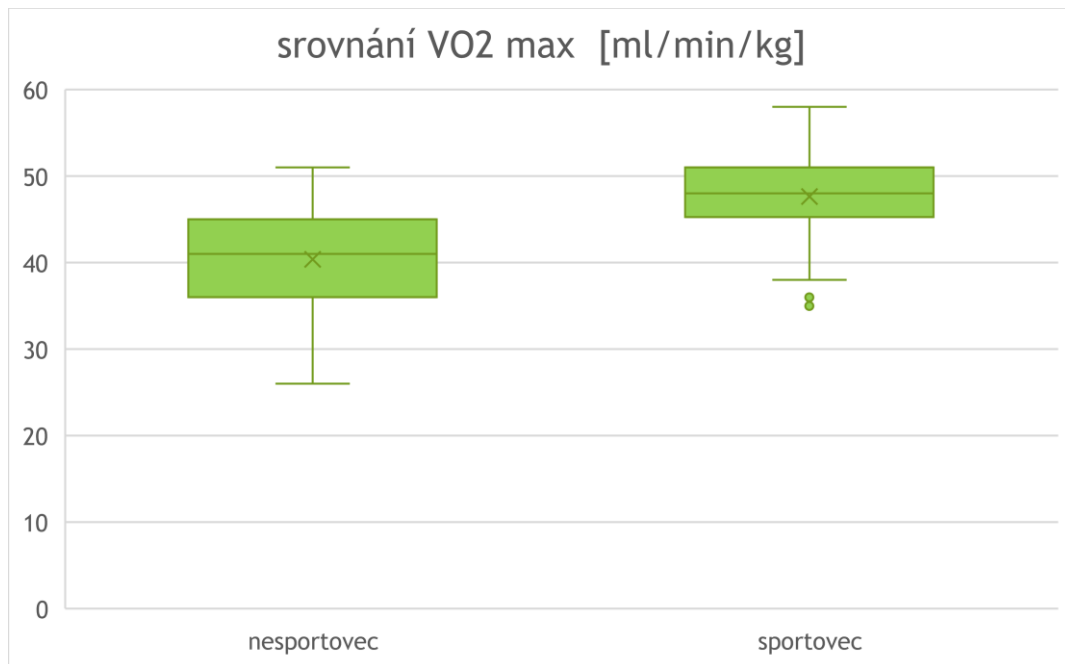
syndromu a všech navazujících onemocnění u nesportující populace. V rámci celkové léčby zaujímá u tohoto syndromu pohybová aktivita významné místo. Sportovní činnost je i výrazným činitelem ovlivňující duševní zdraví, hladinu stresu a celkové mentální zdraví. V neposlední řadě se aktivní zapojení do sportovní činnosti může kladně podílet na zapojení člověka do společnosti a to jak na úrovni pracovní tak společenské. Graficky jsou znázorněny rozdíly mezi sportovci a nesportovci u sledovaných proměnných pomocí boxplotů v grafech č. 8, 9, 10 a 11.



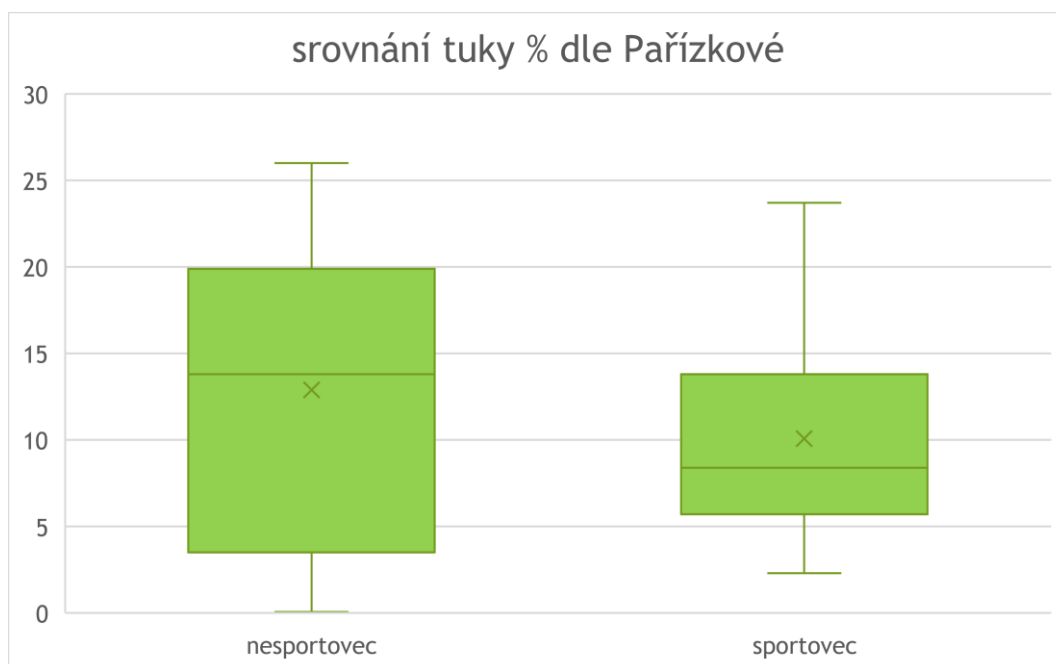
Graf 8 Srovnání při fH 170/min sportovec – nesportovec



Graf 9 Srovnání maximálního výkonu sportovec – nesportovec



Graf 10 Srovnání VO2max sportovec – nesportovec



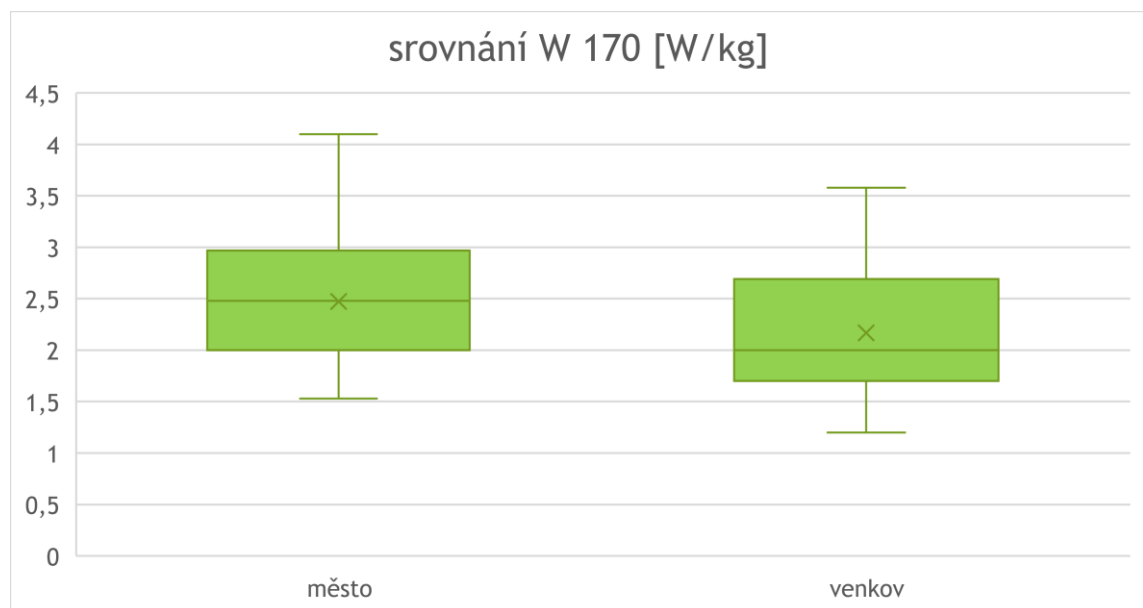
Graf 11 Srovnání podkožního tuku v % sportovec – nesportovec

5.4 Současný fyzický stav 18leté mužské populace dle místa pobytu

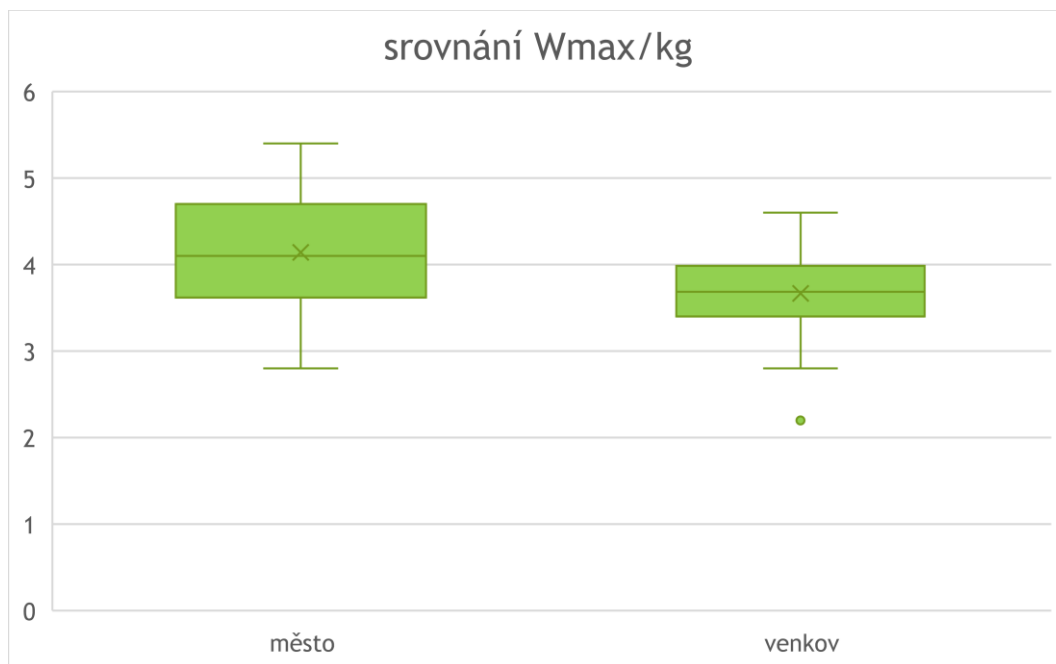
Tabulka 4 Srovnání výsledných parametrů dle jednotlivých oblastí z r. 2023

Průměrné hodnoty podle oblasti								
oblast	W 170 [W/kg]		Wmax[W/kg]		VO2max [ml/min/kg]		tuky %	
	průměr	směr. odchylka	průměr	směr. odchylka	průměr	směr. odchylka	průměr	směr. odchylka
Město (n=29)	2,47	0,56	4,14	0,71	45,84	6,50	9,95	6,43
Venkov (n=32)	2,17	0,60	3,67	0,55	40,53	6,63	13,74	7,44
rozdíl v % (město/venkov)	12%		11%		12%		-38%	

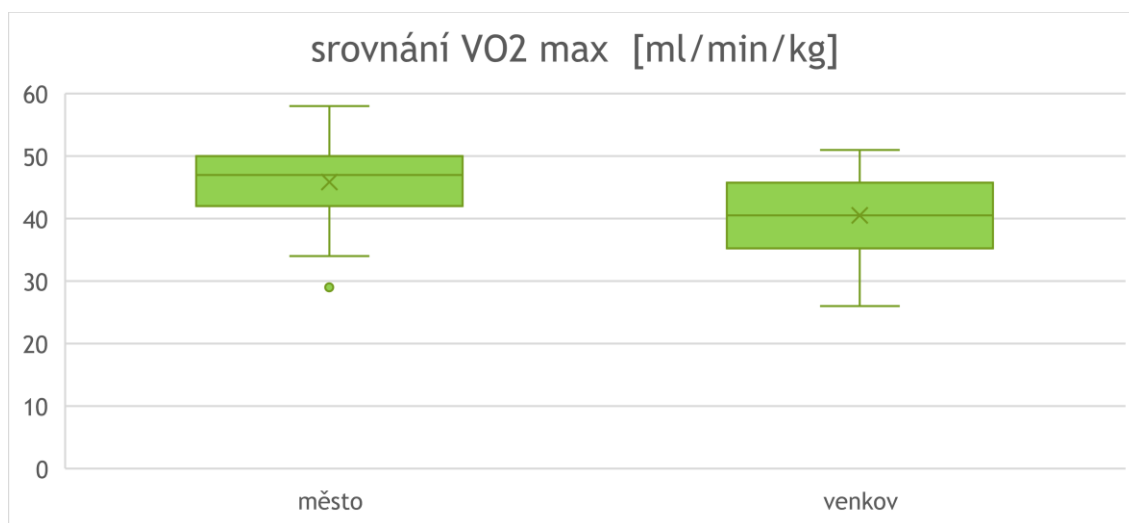
Tabulka č. 3 předkládá srovnání sledovaných parametrů mezi osmnáctiletými chlapci žijícími ve městě a na venkově. Na zvolených parametrech, a to konkrétně VO2max, W170 a Wmax, ilustruje vliv místa pobytu na lidský organismus. Vizualizace rozložení prostřednictvím pořadových deskriptiv je prezentováno v grafické podobě pomocí boxplotů v grafech č. 12, 13, 14 a 15.



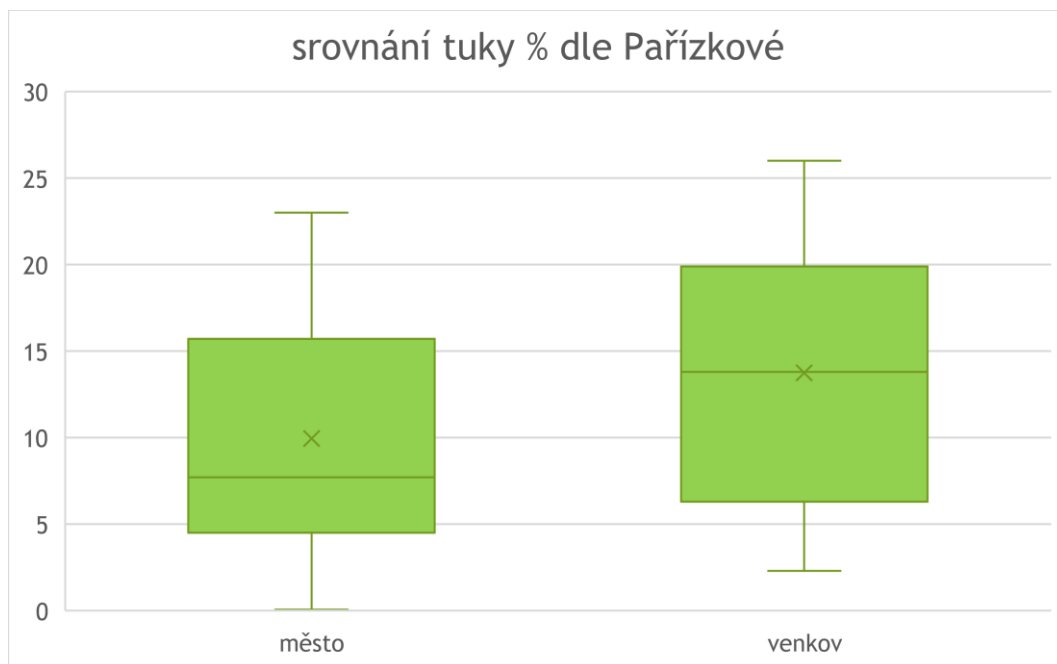
Graf 12 Srovnání výkonu při fH 170/min město- venkov v r. 2023



Graf 13 Srovnání maximálního výkonu město-venkov v r. 2023



Graf 14 Srovnání VO2max město-venkov v r. 2023



Graf 15 Srovnání množství podkožního tuku v % město – venkov

6 DISKUSE

Pilotní studie potvrdila předpokládaný pokles celkové fyzické zdatnosti u současné 18leté mužské populace, především srovnáním hlavního parametru získaného ze spiroergometrického vyšetření na ergometru, a to maximální spotřebou kyslíku. Statistická významnost byla prokázána nejen ve výsledcích VO₂max, ale také v silovém výkonu při srdeční frekvenci 170/minuta.

Je důležité poznamenat, že hodnota W_{max}, což představuje dosažení maximálního silového výkonu, nekoreluje s ostatními výsledky. Tento nekonzistentní výsledek pravděpodobně ovlivnila použitá metoda. V roce 1970 byla při testování jedinců na ergometru používána kadence 60, tedy počet otáček za minutu, která se dodnes využívá i v kardiologii. Z dlouhodobého poznání v oblasti cyklistiky však vyplývá, že efektivnější je použití kadence v rozpětí osmdesát až devadesát otáček za minutu. Z tohoto důvodu byla pro testování v roce 2023 zvolena kadence osmdesát pět, což umožňuje dosažení silového maxima bez předčasné svalové únavy.

V rámci výzkumu je rovněž podstatná role vedoucího zátěžového testu a jeho zkušeností s těmito testy a psychologií ve sportu.

Výsledky studie odrážejí procentuální zastoupení aktivních 18letých jedinců v jednotlivých školách a jejich volný čas a jsou poplatné dlouhodobě známému předpokladu pozitivního vlivu pohybové aktivity na celkový stav organismu, což potvrzují jak funkční tak fyzické parametry uváděné ve studii.

Přelom 60. a 70. let nebyl výrazně ovlivněn technologickým pokrokem ve srovnání s následujícím stoletím, kdy enormní rozvoj technologií a ekonomický blahobyt v České republice vedly k výrazné dostupnosti jednotlivých zařízení. Tento trend ještě podtrhuje přesun odpovědnosti za výchovu dětí z rodiny na instituce, jako jsou školy, zájmové organizace a sportovní kluby. Stávající stav byl posílen i během pandemie COVID-19.

Všechny tyto faktory společně přispívají k celkovému nárůstu nečinnosti dospívající populace. Naopak podle studie lze posoudit, jaký význam má celkové intelektuální povědomí, což se odráží ve srovnání výsledků dosažených studenty pražského gymnázia (VO₂max 48,33 ml/min/kg) a venkovského učiliště (VO₂max 37,68 ml/min/kg), a to nejen v oblasti fyzické zdatnosti, ale i v celkové tělesné kondici.

Relevantnost naší studie potvrzují data publikována v časopise *The Journal of pediatrics* (Burstein, S. D. et al., 2021), kde zjištěná průměrná hodnota VO₂max u 18letých probandů činila 3,14 l/min., což je téměř identická hodnota prezentovaná v naší práci, která činí 3,25 l/min a odpovídá průměrné hodnotě VO₂max 43,14 ml/min/kg.

7 ZÁVĚR

Cíl práce byl úspěšně dosažen a poukázal na nezbytnost aktualizace hodnocení fyzické zdatnosti nejen u 18leté populace, ale i v rámci dětských a dorostových skupin ve věku 12 a 15 let pro obě pohlaví. Významnost této studie spočívá v upozornění na neadekvátní hodnocení fyzické zdatnosti současné populace prostřednictvím zastaralých měření v oblasti medicíny a sportu.

Rovněž na podkladě prostudování světové literatury, která je ojedinělá a upozorňuje na chybějící normativní referenční hodnoty fyzické zdatnosti dětí a mládeže již několik desetiletí, se jeví význam této práce přesahující Českou republiku. Toto platí zvláště tehdy, uvědomíme-li si, že adekvátní normativy musí respektovat danou oblast ať už po stránce geografické, rasové, socioekonomické, výživové, volnočasové náplně a výše uvedené studie nám převážně poskytují data ze Spojených států amerických.

Další nevýhodou výše uvedených publikací je použití retrospektivních výsledků pacientů indikovaných k zátěžovému vyšetření lékařem a odeslaných na specializované nemocniční pracoviště.

Stojí tedy velmi na zvážení doplnit tuto studii o zbývající kohorty a výsledky práce doporučit jako normativní referenční hodnoty jak pro Českou republiku, tak pro evropskou populaci.

Studie dále naznačuje možné cesty ke zlepšení fyzického stavu současné mládeže, který výrazně ovlivňuje nejen zdraví jednotlivce, ale i jeho profesní začlenění, sociální začlenění a celkovou kvalitu života. Jednou z těchto cest je důraz na vhodné vzdělávání dětí, zejména nové generace, ohledně významných přínosů začleňování pohybové aktivity do každodenního života. V tomto kontextu je rovněž vhodné znovu zvážit otázku rozšíření tělesné výchovy na základních a středních školách, včetně možnosti rozšíření těchto výukových hodin.

Seznam použité literatury

Amedro, P.; Matecki, S.; Pereira Dos Santos, T.; Guillaumont, S.; Rhodes, J. et al. (2023). Reference Values of Cardiopulmonary Exercise Test Parameters in the Contemporary Paediatric Population. Online. *Sports Medicine - Open*, roč. 9, č. 1. ISSN 2198-9761. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s40798-023-00622-3>. [cit. 2023-12-21].

Burstein, S. D. et al. (2021). Normative values cardiopulmonary exercise stress testing using ramp cycle ergometry in children and adolescents. Online. *The Journal of Pediatrics*, roč. 229, s. 61-69.e5. ISSN 00223476. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2020.09.018>. [cit. 2023-12-29].

ČESKO. § 3 zákona č. 128/2000 Sb., o obcích (obecní zřízení) - znění od 1. 1. 2024. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010–2024 [cit. 20. 1. 2024]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-128#p3>

Heller, J. (2018). *Zátěžová funkční diagnostika ve sportu: východiska, aplikace a interpretace*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-3359-6.

Novák, J. (2015). *Kardiorespirační zdatnost u sportující populace*. [Disertační práce, Univerzita Karlova]. Digitální repozitář UK. <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/81320>

Máček, M. & Vávra, J. (1988). *Fyziologie a patofyziologie tělesné zátěže*. 2. Avicenum, zdravotnické nakladatelství. ISBN 08-080-88.

McArdle, W. D, Katch, F. I. a Katch, V. L. (2010). *Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance*. 7th ed. Library of Congress Cataloging in Publication Data

Měkota, K., & Cuberek, R. (2007). *Pohybové dovednosti - činnosti - výkony*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-1728-8.

Pařízková, J. (1962). *Rozvoj aktivní hmoty a tuku u dětí a mládeže*. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství.

Perič, T. (2010). *Sportovní trénink*. Grada. ISBN 978-80-247-6842-7.

Poosala A. et al. (2022). Normative reference values for cardiopulmonary exercise testing in healthy children and adolescents. Online. *Journal of the American College of Cardiology*. Vol. 79, č. 9, s. 1401. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(22\)02392-0](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(22)02392-0). [cit. 2023-12-28].

Seliger, V. & Bartůněk, Z. (1978). *Mean values of various indices of physical fitness in the investigation of czechoslovak population aged 12-55 years*. ČSTV.

Seliger, V. (1974). *Metody a výsledky celostátního výzkumu fyzické zdatnosti obyvatelstva*. Praha: Univerzita Karlova. 60-98-74 17/92

Tanner, R. K. a Gore, Ch. J. (2013). *Physiological Tests for Elite Athletes*. 2th ed. Human Kinetics. ISBN 978-0-7360-9711-6.