

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

TĚLESNÁ ZDATNOST STUDENTŮ A UCHAZEČŮ O STUDIUM
NA FAKULTĚ TĚLESNÉ VÝCHOVY UNIVERZITY KARLOVY V
PRAZE

Diplomová práce
(magisterská)

Autor: Bc. Ivan Novák, DiS., tělesná výchova a sport

Vedoucí práce: RNDr. Aleš Jakubec, Ph.D.

Olomouc 2012

Jméno a příjmení autora: Bc. Ivan Novák, DiS.

Název diplomové práce: Tělesná zdatnost studentů a uchazečů o studium na Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy v Praze

Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Aleš Jakubec, Ph.D.

Rok obhajoby diplomové práce: 2012

Abstrakt:

Cílem výzkumu bylo zhodnotit tělesnou zdatnost, výkonnost a tělesné složení zdravé populace studentů Fakulty tělesné výchovy a sportu UK v Praze pomocí ukazatelů VO_{2max} , PWC_{max} . Výzkumný soubor byl rozdělen do 2 experimentálních skupin mužů a žen ve věku 18-34 let, soubor tvořilo celkem 95 osob (z toho 50 mužů a 47 žen). Dosažená úroveň tělesné zdatnosti, která je v zátěžovém protokolu reprezentována hodnotami parametrů maximální spotřeby kyslíku (VO_{2max}) a relativní maximální zátěže (PWC_{max}), je v této studii komparována s výsledky, které dosáhla populace rekreačně sportujících jedinců v celostátním výzkumu fyzické zdatnosti obyvatelstva v Československu v letech 1965–1975. Výsledky měření naší studie VO_{2max} byly v souboru muži v 80 % nadprůměrné, v souboru ženy v 59,5 % nadprůměrné a v 5,4 % průměrné. Výsledky měření W_{max} byly v souboru muži v 60 % nadprůměrné, v souboru ženy v 54,6 % nadprůměrné.

Dalším cílem této práce bylo zaznamenání výskytu nefyziologické křivky srdeční bioelektrické aktivity a hypertenzní reakce u stejného souboru. Abnormální nález EKG křivky byl zaznamenán v experimentálních skupinách u 6 probandů. Zvýšené hodnoty nad hranici (139/89 mmHg) TK byly naměřeny u 12 probandů experimentálních skupin.

Klíčová slova:

tělesná zdatnost, výkonnost, tělesné složení, maximální spotřeba kyslíku, relativní maximální zátěž, zátěžová ergometrie, bioimpedanční analýza

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Author's first name and surname: Ivan Novák

Title of the doctoral thesis: Physical fitness in a student population of the Faculty of Physical Education and Sport, Charles University in Prague

Department: Department of Natural Sciences in Kinanthropology

Supervisor: RNDr. Aleš Jakubec, Ph.D.

The year of presentation: 2012

Abstract:

The aim of the research was to assess physical fitness, physical performance and physical composition in a healthy student population of the Faculty of Physical Education and Sport, Charles University in Prague, using the VO_{2max} and PWC_{max} indicators. The study cohort which was split into 2 experimental groups at the age of 18-34 years comprised a total of 95 individuals (of which 50 males and 47 females). In our study, the achieved level of physical fitness represented by the values of the maximal oxygen uptake (VO_{2max}) and relative maximal physical work capacity (PWC_{max}) parameters in the exercise workload protocol is compared with results achieved by the population of individuals playing sports for recreation within a national survey of physical fitness in the population of Czechoslovakia in 1965–1975. Our study's VO_{2max} measurement results were above average in 80 % in the male cohort, in the female cohort they were above average in 59.5 % and average in 5.4 %. The results of the W_{max} measurements were above average in 60 % in the male cohort and in 54.6 % in the female cohort.

Another aim of this work was to record the incidence of a non-physiological curve of the heart's bioelectrical activity and a hypertensive reaction in the same cohort. An abnormal ECG curve finding was recorded in 6 probands in the experimental groups. Increased blood pressure values exceeding the 139/89 threshold were measured in 12 probands from the experimental groups.

Key Words:

Physical fitness, performance, physical composition, maximal oxygen uptake, relative maximal physical work, exercise ergometry, bioimpedance analysis

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně pod vedením RNDr. Aleše Jakubce, Ph.D., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 16. 5. 2012

.....

Děkuji RNDr. Aleši Jakubcovi, Ph.D. za vedení, odborný dohled, pomoc, cenné rady a za čas, který mi věnoval při zpracování diplomové práce. Dále děkuji konzultantovi MUDr. Petrovi Šrámkovi PhD. a pracovníkům Ústavu preventivního a sportovního lékařství v Praze za pomoc a cenné rady, které mi poskytli při zpracování závěrečné písemné práce.

OBSAH

Seznam použitých zkratk

1 ÚVOD	11
2 PŘEHLED POZNATKŮ	13
2.1 Základní tělovýchovně lékařská prohlídka.....	13
2.1.1 Anamnéza.....	14
2.1.2 Klinické vyšetření.....	14
2.2 Antropologické vyšetření.....	15
2.2.1 Somatometrie – podmínky - metodika – hodnocení.....	15
2.2.2 Tělesné složení – metodika vyšetření.....	16
2.2.3 Kineziologické vyšetření – držení těla – metodika.....	16
2.3 Funkční vyšetření.....	17
2.3.1 Elektrokardiogram (EKG).....	17
2.3.1.1 Klidový elektrokardiogram.....	17
2.3.1.2 Zátěžový elektrokardiogram.....	18
2.3.1.3 Metodika zátěžového testu – ergometrie.....	18
2.3.1.4 Kritéria vytížení při ergometrii.....	19
2.3.1.5 Rozdělení zátěžových testů.....	19
2.3.1.5.1 Testy se stupňovanou zátěží.....	20
2.3.1.5.2 Testy s kontinuální zátěží.....	21
2.3.1.5.3 Srovnání testů s dosažením rovnovážného stavu a bez dosažení rovnovážného stavu	21
2.3.1.6 Ergometry.....	22
2.3.2 Spirometrie – funkční vyšetření plic.....	22
2.3.2.1 Vitální kapacita plic.....	23
2.3.2.2 Jednosekundová vitální kapacita plic	24
2.3.2.3 Maximální expirační průtok.....	24
2.4. Hodnocení funkční zdatnosti.....	24
2.4.1 Maximální zátěž.....	24
2.4.2 Kardiorespirační ukazatele zdatnosti.....	25

2.4.2.1 Maximální spotřeba kyslíku – VO ₂ max.....	25
2.4.2.2 Maximální VO ₂	26
2.4.2.3 Relativní spotřeba kyslíku.....	27
2.4.2.4 Minutová plicní ventilace.....	27
2.4.2.5 Maximální tepová frekvence.....	28
2.4.2.6 Zátěž, Výkon.....	29
2.4.2.7 Krevní tlak.....	29
2.4.3 Anaerobní práh.....	30
2.4.3.1 Význam zjišťování anaerobního prahu.....	31
2.4.3.2 Metody stanovení anaerobního prahu.....	32
3 CÍLE A HYPOTÉZY.....	33
4 METODIKA.....	35
4.1 Obecná charakteristika souboru.....	35
4.2 Popis experimentu.....	36
4.2.1 Příprava testovaného.....	36
4.2.2 Příprava laboratorních podmínek.....	36
4.2.3 Metodický postup.....	37
4.3 Použité vyšetřovací metody.....	37
4.3.1 Laboratorní vyšetření.....	37
4.3.1.1 Antropometrické vyšetření.....	37
4.3.1.2 Měření hodnot krevního tlaku.....	38
4.3.1.3 EKG vyšetření.....	38
4.3.1.4 Zátěžová ergometre.....	39
4.3.2 Anamnestický dotazník.....	39
4.3.3 Kontrolní skupina – metodika.....	40
5 VÝSLEDKY.....	42
5.1 Klidové hodnoty krevního tlaku a tepové frekvence.....	42
5.2 Měření relativní hmotnosti podkožního tuku.....	43
5.3 Spirometrie.....	43

5.4 Elektrokardiografický záznam.....	44
5.5 Stupňovaný zátěžový test.....	45
5.6 Hodnocení tělesné zdatnosti souboru.....	49
5.7 Výskyt alergických onemocnění.....	51
6 DISKUSE.....	53
7 ZÁVĚRY.....	62
8 SOUHRN.....	64
9 SUMMARY.....	65
10 REFERENČNÍ SEZNAM.....	66
11 SEZNAM PŘÍLOH.....	69

Seznam použitých zkratek

AA	alergická anamnéza
ANP	anaerobní práh
AT	tělesná zdatnost
BMI	body mass index
CTV	celková tělesná voda
EKG	elektrokardiografie
FVC	vitální kapacita plic
FEV ₁	jednosekundová vitální kapacita plic
TK	krevní tlak
M	průměrná hodnota
max.VO ₂	maximální spotřeba kyslíku
min.	minuta
n	počet
O ₂	kyslík
RA	rodinná anamnéza
SD	směrodatná odchylka
TF	tepová frekvence
TF _{max.}	maximální tepová frekvence
TK	krevní tlak
TK _{syst}	systolický krevní tlak
TK _{diast}	diastolický krevní tlak
TT	tělesný tuk
VC	vitální kapacita plic
VCO ₂	objem vydýchaného oxidu uhličitého
V _E	minutová ventilace (vydechovaný vzduch)
VO ₂	objem spotřebovaného kyslíku
VO _{2 max.}	spotřeba kyslíku při maximální zátěži
V _T	dechový objem
W	watt
W.kg ⁻¹	watt na kilogram hmotnosti
W ₁₇₀	výkon při 170 tepech za minutu

1 ÚVOD

Klinické vyšetření, které je součástí sportovní - tělovýchovné prohlídky slouží k ověření zdravotního stavu ve vztahu ke cvičení a sportu, kterému se jedinec věnuje nebo hodlá v blízké době věnovat. Prohlídka se ve své podstatě neliší od běžného klinického vyšetření, ale více se přihlíží k vlivu budoucí tělesné zátěže a zvýšené námaze.

Kromě anamnézy osobní a rodinné, která může odkrýt latentní genetickou zátěž, se dotazujeme na dosavadní pohybovou aktivitu a zkušenosti se sportem, pohybové aktivity ve volném čase.

Cílem testování je zjištění patologických změn zdravotního stavu, které by mohly zvyšovat rizika a nebezpečí ve vztahu ke sportu nebo cvičení u vybrané populační skupiny. Testování by mělo také přispět k odhalení změn zdravotního stavu, při kterých by zvýšená námaha mohla přinášet riziko jeho zhoršení nebo dokonce náhlé smrti.

Získané výsledky kardiopulmonálních funkcí, antropometrických hodnot a kineziologického vyšetření poukazují na úroveň zdatnosti či tělesného rozvoje a informují nás, zda-li tato úroveň odpovídá zamýšlenému sportovnímu programu.

K testování kardiopulmonálních funkcí je v klinické praxi používáno velké množství odlišných zátěžových protokolů. Typ zvoleného zátěžového protokolu může mít podstatný vliv na senzitivitu testu a na interpretaci výsledných parametrů. V praxi je používán nejčastěji stupňovaný zátěžový test s dosažením rovnovážného stavu.

Mimo výše uvedené metody zátěžových testů je v podmínkách bez možnosti využití finančně náročných diagnostických přístrojů využíváno ergometrů se stupňovanou nebo kontinuální zátěží. Tyto přístroje ovšem neposkytují hodnoty rovné dosažení rovnovážného stavu, ale vyhodnocují požadované funkční parametry pouze jako aproximované hodnoty při nižší zátěži.

Součástí této studie bylo vyšetření a zhodnocení úrovně zdravotního stavu, tělesné zdatnosti a tělesného rozvoje u populace studentů (mužů a žen) Fakulty tělesné výchovy a sportu UK v Praze.

K testování byla vybrána skupina studentů mužů i žen ve věku 18–34 let. Všichni jedinci vybraného souboru byli vyšetřeni zátěží na bicyklovém ergometru pomocí stupňovaného zátěžového testu.

Získané výsledky byly komparovány s totožnými parametry u populace rekreačních sportovců, které byly získány v celostátním výzkumu fyzické zdatnosti obyvatelstva v Československu.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Základní tělovýchovně lékařská prohlídka

Základní tělovýchovně lékařská prohlídka je lékařské preventivní vyšetření zaměřené na zjištění zdravotního stavu sportovce, uchazeče o studium nebo studenta na fakultách vysokých škol s intenzivním pohybovým programem. Na základě vyšetření v souladu s výsledky dalších funkčních a motorických testů je doporučen způsob přípravy nebo intenzita a kvantita pohybové aktivity.

Zaměření tělovýchovně lékařských prohlídek na pracovišti ÚPSL v Praze na cíle:

- **Preventivní**
 - a) základní – zjištění tělesného rozvoje antropometrickými metodami, zjištění zdravotního stavu klinickým vyšetřením, stupně zdatnosti funkční zkouškou, dále zařazení do příslušné zdravotní skupiny, provádí se 1x ročně, na začátku přípravného období (školního roku)
 - b) kontrolní – zjištění vlivu sportu na zdravotní poruchu, odchylku od normy, po nemoci apod.
- **Speciální**
 - a) posuzování schopnosti k povinné tělesné výchově ve škole – k určení vhodné tělesné zátěže jako součásti komplexní léčby u nemocných a oslabených jedinců
 - b) dispenzární – dlouhodobé sledování fyzicky aktivních osob se závažnými chorobami a stavy.
- **Orientační**
 - před namáhavými vytrvalostními výkony (atletika, běh na lyžích, triatlon, cyklistika, plavání atd.).
- **Prohlídky technických sportů a činností**
 - letectví, bezmotorové létání, paragliding, potápění apod.

Informace z tělovýchovné prohlídky se zaznamenávají do tiskopisu „Tělovýchovně lékařská prohlídka - zdravotní záznam“, odkud jsou dále zpracovány a uchovávány v elektronické podobě. Z dokumentačních i forenzních důvodů je třeba do

„záznamu“ zapisovat veškeré nálezy včetně normálních (Vilikus, Brandejský & Novotný, 2004).

2.1.1 Anamnéza

- a) rodinná – choroby, které se mohou vyskytovat dědičně nebo vytvářejí určitou predispozici
- b) osobní – choroby s trvalými nebo dočasnými následky (angína, spála, febris rheumatika, infekční žloutenka, akutní glomerulonefritis a jiné), choroby pohlavní a tropické, dětské nemoci, prodělané úrazy a operace, jejich lokalizace a zhojení vzhledem k funkci, doba rehabilitace, abúzus černé kávy, alkoholu, nikotinu a drog, osobní zdravotní stav, zranění a nemoci za poslední rok, jejich léčbu, současný zdravotní stav a užívání léků
- c) sportovní – ke zjištění podstatných údajů o minulé a současné tělovýchovné a sportovní činnosti – 14druh závodního, rekreačního sportu, konkrétní disciplína, dříve provozované sporty, trénink v posledním období (kolikrát týdně, kolik hodin, zaměření, intenzita a objem, kompenzační a regenerační cvičení
- d) profesní (Vilikus, Brandejský & Novotný, 2004).

2.1.2 Klinické vyšetření

- a) orientační antropomotorické vyšetření – tělesná výška, hmotnost, tělesný tuk (%)
- b) interní vyšetření
- c) oční vyšetření
- d) kineziologické vyšetření – souměrnost hrudníku a obličeje, postavení páteře, včetně posouzení rotace, skolióz a stavu fyziologických zakřivení, pohyblivost hrudní a bederní páteře pomocí zkoušek Stiborovy, Schoberovy, Thomayerovy, dle Laségua, oboustranné úklony s posouzením jejich symetrie, posouzení konfigurace končetin, pohyblivosti v kloubech, úchylek v ose končetin (genua vara a valga), tvar kloubů a nožní klenby, svalové atrofie a hypertrofie, posouzení svalové síly (Gross, Fetto & Rosen, 2005).
- e) doplňková vyšetření:
 - elektrokardiogram klidový

-
- biochemické vyšetření moče – zastoupení bílkovin, cukru, urobilinogenu, při přítomnosti bílkoviny odlišit diferenciálně diagnosticky ortostatickou proteinurii, při pozitivním nálezu cukru dif. dg. diabetes mellitus, při přítomnosti urobilinogenu zvážit možnost infekční hepatitidy, hepatopatie nebo cholecystopatie (Chaloupka, Elbl a kol., 2003)
- f) ostatní odborná vyšetření se provádějí při odchylkách od normálního nálezu:
- kardiologické – echokardiografie, RTG srdce a plic
 - biochemické testy – jaterní, revmatologické
 - hematologické
 - nefrologické (Placheta, Siegelová, Šteifa a kol., 1999)

2.2 Antropologické vyšetření

2.2.1 Somatometrie – podmínky - metodika – hodnocení

Somatometrie je základem každého antropologického vyšetření. Vyšetřování se provádí mezinárodně uznávanými a užívanými metodami. Rozsah antropometrického vyšetření závisí na sledovaném cíli.

Základní pravidla antropologického vyšetření

- Vyšetřovaný má na sobě jen nejnútnejší oděv, měření se provádí na místech bez oděvu
- Pro stanovení asymetrií a disproporcí se měření provádí na obou stranách těla
- Nástroje je potřeba pravidelně verifikovat a udržovat v dokonalé čistotě

Základní antropometrický inventář

Lékařská decimální váha, antropometr na měření tělesných délek, olovnice.

V našem protokolu byla stanovena tělesná výška měřená od vertexu k rovině podložky, na které vyšetřovaný stojí (s přesností na 1mm) a tělesná hmotnost na lékařské decimální váze (s přesností na 100g) (Gross, Fetto & Rosen, 2005).

2.2.2 Tělesné složení – metodika

Ke stanovení tělesného složení byla vypracována řada metod. Méně náročné, soustředěné především na určení tělesného tuku (TT), přinášejí menší možnosti zjištění jednotlivých komponent tělesného složení. K určení procentuálního zastoupení tělesného tuku a ATH jsou používány nepřímé standardní (II. úroveň) a terénní metodiky (III. úroveň) (Havlíčková a kol., 1999). Náročnější postupy jsou přesnější a přinášejí více informací: patří mezi ně hydrometrie, sonografie, bioimpedance a další moderní biofyzikální a biochemické metody, včetně stanovení množství buněčné hmoty, celkové tělesné vody (CTV), extra a intracelulární vody i jednotlivých minerálů. V běžné praxi tělovýchovně lékařské i klinické je nejčastěji využívána ke zjištění množství tělesného tuku metoda „kaliperová“, pojmenovaná podle speciálního měřidla – kaliperu.

Pro účely měření podkožního tuku na našem pracovišti byla použita váha Tanita, využívající bio impedanční analýzy (BIA). BIA je založena na šíření střídavého proudu mírné intenzity biologickými strukturami. Vychází z předpokladu, že aktivní tělesná hmota (ATH) obsahuje všechnu vodu a vodivé elektrolyty a proto je vodivost aktivní hmoty větší, než tělesného tuku. Metoda je bezpečná, vyžaduje relativně nízké náklady a malou technickou náročnost, na klinikách je již léta používána (Havlíčková a kol., 1999).

Stačí pouze zadat věk, pohlaví a výšku. Elektrody v chodidlových a dlaňových senzorech vyšlou slabý proud tělem, tento signál prochází svalstvem rychleji než tukem. Software zabudovaný v přístroji vyhodnotí naměřené hodnoty s uloženými osobními daty (výška, váha, pohlaví). Tyto informace jsou vyjádřeny v několika vteřinách číslem procentuálního podílu tělesného tuku společně s hmotností a dalšími parametry. Díky neustálému vývoji jsou nové modely doplňovány o další funkce a dávají tak dokonalý přehled o tělesné analýze.

2.2.3 Kineziologické vyšetření – držení těla - metodika

Držení těla je v přímé souvislosti s celkovým tělesným rozvojem a především s primárním somatotypem ovlivněným sekundárními komponentami. Řada odchylek od normálního držení může mít širší souvislosti (Haladová, 2004).

Hodnocení tvaru a funkce páteře je velmi obtížné vzhledem ke značné funkční variabilitě podpurně pohybového aparátu a může být ovlivněno celou řadou možných subjektivních chyb hodnocení (Kolisko, 2005).

Metod, vypracovaných k vyjádření odchylek od správného držení těla, je mnoho. V běžné tělovýchovné praxi se stále osvědčuje metoda podle Jaroše a Lomíčka (1957) v návykovém stoju, podle kolmice spuštěné z hrbolu kosti týlní (*protuberencia occipitalis externa*), pokud kolmici nelze spustit, využijeme pro její spuštění vrchol hrudní křivky. Všimáme si a měříme hloubky lordotických křivek (Haladová & Nechvátalová, 2003). Byla vytvořena původně pro vyšetřování školní mládeže, avšak s úspěchem je využívána i při vyšetřování dospělých. Spočívá v systematickém posouzení jednotlivých úseků těla, držením hlavy počínaje a klenbou nohy konče. Hodnocení se provádí aspekci doplněnou metrickými údaji.

Postup při vyšetřování dle Koláře et al. (2009): vyšetřovaná osoba stojí vzpřímena, postoj je uvolněný, hodnotí se nejprve v rovině sagitální, pak v rovině frontální.

2.3 Funkční vyšetření

2.3.1 Elektrokardiogram (EKG)

EKG záznamy rozdělujeme podle okolností, za kterých je záznam prováděn na:

- klidový – registrovaný v klidu, zpravidla vleže
- zátěžový – registrovaný v průběhu zátěže a v průběhu zotavovací práce
- ortostatický – zaznamenávaný ve stoje k objasnění event. posturálních změn na EKG
- farmakologický – záznam po aplikaci některých farmak k objasnění podílu vlivu vegetativního nervového systému na EKG křivky (Vilikus, Brandejský & Novotný, 2004).

2.3.1.1 Klidový elektrokardiogram

Dle Vilikuse, Brandejského a Novotného (2004) klidové EKG je u sportovců indikováno při každém základním vyšetření, po onemocnění, které by mohlo postihnout srdce, a před každým zátěžovým EKG nebo před spiroergometrií. EKG je základní vyšetřovací metoda v kardiologii. Pomocí křivky zobrazuje elektrickou aktivitu srdce. EKG se nejčastěji využívá k diagnostice bolestí na hrudi, dušnosti, závratí a pocitů bušení srdce. Kromě toho může odhalit zvětšení jednotlivých srdečních oddílů.

Záznam elektrické aktivity srdce zobrazí:

-
- odchylky od pravidelného rytmu
 - poruchy tvorby nebo převodu vzruchu v srdečním svalu
 - nedostatečnou výživu jednotlivých částí srdce (ischemii)
 - poškození srdečního svalu
 - lokalizaci postižení a jeho rozsah.

EKG jednoduchým a nebolestivým způsobem monitoruje činnost srdce a včas upozorní na všechny odchylky. Díky tomu se můžete začít včas léčit a snižujete riziko náhlé smrti při srdečním selhání (Pacovský, 1993).

Principem elektrokardiografu je registrace elektrického napětí vznikajících v buňkách srdečního svalu při činnosti srdce. Podrážděním dochází v jednotlivých buňkách ke změně elektrického napětí, vznikají elektrické proudy, které je možné registrovat na přístroji – elektrokardiografu.

Výstup vyšetření má podobu EKG křivky. Zjištěnou elektrickou aktivitu z jednotlivých svodů zakreslí přístroj na záznamový papír. Křivky jsou označeny podle příslušných elektrod (I, II, III, aVR, aVL, aVF, V1, V2, V3, V4, V5, V6). Každá informuje o určité části srdce. Ze změn fyziologické křivky je možné usuzovat na charakter i místo postižení. Regstruje se srdeční frekvence, pravidelnosti rytmu, výška, tvar a umístění jednotlivých vln křivky. Poruchy rytmu se projeví nepravidelnými vlnami. Ischemie srdečního svalu nebo infarkt vyvolá změnu tvaru křivky. Svůj charakteristický obraz mají i další změny (přetížení srdce, zvětšení srdečních oddílů apod.) (Vokurka & Hugo, 1998).

2.3.1.2 Zátěžový elektrokardiogram

Zátěžová elektrokardiografie stále patří mezi základní diagnostické metody kardiovaskulárních onemocnění, především ischemické choroby srdeční, arteriální hypertenze, pozátěžového bronchospazmu, hyperkinetického syndromu a intermitentní poruchy srdečního rytmu. Při zátěžovém testu zjišťujeme maximální tolerovanou zátěž nejčastěji limitovanou ischemickými změnami na EKG, hypertonickou reakci na zátěž, méně často dušností, stenokardiemi či klaudikacemi. V praxi se tato metoda používá pouze ve spojení s dynamickou zátěží a jiné formy zátěže se nepoužívají (Chaloupka, Elbl a kol., 2003)

2.3.1.3 Metodika zátěžového testu, ergometrie

Podmínky pro provedení ergometrie:

-
- testovaný jedinec musí být nejméně 2 hodiny po jídle, 12 hodin nesmí požit nikotin a alkohol, 48 hodin před testem nesmí absolvovat tréninkové zatížení
 - anamnéza
 - klinické vyšetření
 - respektování absolutních i relativních kontraindikací
 - klidové EKG bezprostředně před ergometrií
 - kalibrovaný ergometr, monitor EKG, přístroj EKG (pro zápis dat), tonometr defibrilátor, ruční resuscitační přístroj, kyslík, léky pro první pomoc jak uvádí Chaloupka, Elbl a kol. (2003), Vilikus, Brandejský a Novotný (2004).

2.3.1.4 Kritéria vytížení při ergometrii

Při zátěžovém testu by měl lékař správně odhadnout, do jaké míry byl pacient vytížen. Nízká zátěž nemusí vždy odhalit patologické změny organismu, ty se mohou projevit až při nárůstu intenzity k submaximálním nebo maximálním hodnotám. Dle Froelichera (1994), Máčka, Vávry (1998):

- hodnotíme vzhled vyšetřovaného (barva kůže, frekvence dýchání, pocení)
- porovnáváme hodnoty dosažené maximální tepové frekvence s předpokládanou maximální tepovou frekvencí (TF_{max})
- sledujeme aktuální výkon (W) a dosažení subjektivního maxima
- provádíme analýzu vydechovaného vzduchu: dosažení O₂ plateau, R > 1,00
- stanovíme hodnotu anaerobního prahu
- měříme koncentrace venózního laktátu

2.3.1.5 Rozdělení zátěžových testů

Jak uvádí Placheta a kol. (1996) metodické postupy zátěžových testů podstatně ovlivňují výsledky. Rozhodující úlohu přitom hraje intenzita, frekvence pohybů, trvání a typ tělesné zátěže. Zatím neexistují jednotné protokoly. V praxi se proto setkáváme s nejrůznějšími postupy, které poskytují rozdílné výsledky a znemožňují tak jejich srovnatelnost.

Protokoly testů u bicyklové ergometrie dle Plachety a kol. (1996):

- jednostupňový test

-
- stupňovaný test – s přestávkami
- bez přestávek
 - test s téměř kontinuálním zvyšováním zátěže
 - test s kontinuálním zvyšováním zátěže
 - kombinovaný test (různé varianty výše uvedených testů)
 - test W_{170}

Zátěžové testy

- s dosažením rovnovážného stavu (stupňované zátěžové testy)
- bez dosažení rovnovážného stavu (kontinuálně zvyšovaný zátěžový test) (Wasserman, Hansen, Sue & Whipp, 1987).

2.3.1.5.1 Testy se stupňovanou zátěží

U těchto zátěžových testů se tělesná zátěž zvyšuje postupně od velmi lehké, přes lehkou, střední atd., až po maximální. Během testu se sleduje reakce fyziologických ukazatelů, jako je srdeční frekvence, krevní tlak, spotřeba kyslíku aj., nebo výskyt určitých patologických známek, které se objevují při zvýšených nárocích na organismus (Máček & Vávra, 1998).

Postup vyšetření není unifikován. Obvykle je zátěž zvyšována ve vztahu k jednotce hmotnosti těla: např. počáteční zátěž je 0,5 nebo 1,0 W na kg, zvyšuje se po 0,5 (1,0) W na kg. Modifikace vychází ze zkušeností vyšetřujícího a z odhadu schopností vyšetřované osoby (Máček & Vávra, 1998).

Trvání zátěže na každém stupni závisí na tom, co chceme sledovat. Většinou je dostačující doba tří minut na každém stupni, kdy je přibližně dosaženo rovnovážného stavu. Na konci každé třetí minuty se provádí registrace EKG a krevního tlaku. Jsou-li současně sledovány parametry výměny dýchacích plynů nebo ventilace, může být trvání zátěže na každém stupni prodlouženo (Máček & Vávra, 1998).

Celkové trvání zátěžového testu:

Zátěžové testy, které jsou příliš krátké, to znamená, že zátěž roste příliš rychle, jsou ukončeny dříve, než je získán dostatek informací. Testy příliš dlouhé, s malým zvyšováním zátěže, končí předčasně pro demotivaci nebo nepohodlí vyšetřovaného (tlačící sedlo). (Wasserman, Hansen, Sue. & Whipp, 1987)

Vyšetření VO_2 max. u zdravých lidí umožňují nejlépe stupňované zátěžové testy, které jsou skončeny mezi 6 a 12 minutou od zahájení testu. Odlišné hodnoty VO_2 max. naměřené při jiném trvání testu jsou však zanedbatelné. (Wasserman, Hansen, Sue. & Whipp, 1987)

2.3.1.5.2 Testy s kontinuálním zvyšováním zátěže

Kontinuálně zvyšovaný test (ramp work rate) je zátěžový test s kontinuálním a konstantním zvyšováním zátěže. Začíná rozšlapáním bez zátěže nebo na nízkém stupni zátěže a dále se zátěž zvyšuje o malé přírůstky. Přírůstky zátěže a strmost „rampy“ jsou určeny individuálně, dle hmotnosti a zdatnosti testované osoby. Strmost „rampy“ by měla být taková, aby test netrval příliš dlouho (únava), a aby testovaný dosáhl svého subjektivního maxima do 6 minut (Froelicher, 1994, Tanner, Heise & Barber, 1991).

Výhody a nevýhody kontinuálně zvyšovaného zátěžového testu:

Malé přírůstky zátěže umožňují přesnější stanovení aerobní pracovní kapacity. Při tomto testu nedojde k dosažení rovnovážného stavu. Test je vhodný ke stanovení úrovně anaerobního prahu. (Froelicher, 1994, Wasserman, Hansen, Sue. & Whipp 1987).

2.3.1.5.3 Srovnání testů s dosažením rovnovážného stavu a bez dosažení rovnovážného stavu

Stupňované zátěžové testy dle Tannera, Heise a Barbera (1991):

- umožňují dosažení rovnovážného stavu
- méně vhodné pro stanovení anaerobního prahu
- zátěž je předem určená a neměnná nebo je kontinuálně zvyšována po stupních

Kontinuálně zvyšované zátěžové testy dle Tannera, Heise a Barbera (1991):

- nedosahují rovnovážného stavu
- zátěž je zvyšována buď kontinuálně nebo po malých částech (4x za minutu a více), což umožňuje sledování regulací v každém okamžiku zátěže
- vhodné pro stanovení peaku VO_2

2.3.1.6 Ergometry

Ergometrů je více druhů: bicyklový ergometr, běhací koberec, rumpálový ergometr, veslařský ergometr, průtočný bazén a jiné. Každý má své výhody a nevýhody.

a) Bicyklový ergometr

Jak uvádí Vilikus, Brandejský a Novotný (2004) v našich podmínkách je užíván nejčastěji. Jeho velkou výhodou je, že i při velmi intenzivní zátěži zůstává horní polovina těla relativně v klidu, a tak je poměrně málo rušen současně snímáný EKG záznam, je možné měřit krevní tlak, odebírat vzorky krve během zátěže apod. Výkon je měřitelný ve standardních fyzikálních jednotkách, ve watech.

Nevýhodou bicyklového ergometru je, že klade velké nároky na svalstvo dolních končetin. Důsledkem pak je velká lokální únava, která může být limitujícím faktorem dosaženého výkonu. Může se stát, že lokální svalová únava nastane dříve, než dojde k vyčerpání kardiorepiračního systému. Tím je pak výsledná hodnota VO_{2max} zkreslena, protože vyčerpání nebylo úplné. Další nevýhodou je, že na bicyklovém ergometru není možné dosáhnout absolutně nejvyšší hodnoty VO_{2max} , ve srovnání s běhacím pásem je dosahováno hodnot o 5-8% nižších. Jde tedy o systémovou chybu danou druhem ergometru. Je jasné, že výsledky dvou spirometrií jsou srovnatelné pouze tehdy, byl-li použit stejný druh ergometru. (Placheta, Siegelová, Šteifa a kol., 1999).

b) Běhací pás, Treadmill

K výhodám patří to, že můžeme vyšetřovat i malé děti, nedochází k předčasné lokální únavě svalstva dolních končetin a kardiorepirační systém se podaří zatížit až do maxima (Placheta, Siegelová, Šteifa a kol., 1999).

2.3.2 Spirometrie – funkční vyšetření plic

Spirometrie je součástí preventivní tělovýchovně – lékařské prohlídky, neboť poskytuje lékaři cenné informace o vlivu pohybové aktivity na dýchací ústrojí na jedné straně a o účinku různých onemocnění na straně druhé.

Spirometrie, neboli funkční vyšetření, plic má význam při diagnostice, léčbě a monitorování plicních onemocnění, především bronchiálního astmatu a chronické

obstrukční plicní choroby. Pacient ústy obemkne plastový náustek spirometru, nadechne se a vydechne nejdříve normálně, poté s maximálním úsilím. Přístroj může být spojen s počítačem, který vytvoří záznam dechové křivky. Podstatou vyšetření je měření objemu vdechovaného i vydechovaného vzduchu v závislosti na rychlosti průtoku. Podle tvaru křivky na záznamu lze orientačně stanovit obstrukci (zúžení) dýchacích cest a míru ventilační poruchy. Vyšetření je nebolestivé a pro pacienta nenáročné, avšak do značné míry závislé na spolupráci a vůli vyšetřovaného (Chaloupka, Elbl a kol., 2003).

Vilikus, Brandejský a Novotný (2004) popisují, že v současné době se používá k orientačnímu měření kapesních respirometrů, které jsou založeny na principu průtokoměru s vrtulkou, jejíž frekvence otáček je nakalibrována na jednotku průtoku vzduchu. Kapesní respirometry měří vitální kapacitu (VC), jednosekundovou vitální kapacitu plic (FEV₁), maximální expirační průtok (PEF) a expirační průtok na úrovni 25 – 70% vitální kapacity (MEF 25 – 50).

2.3.2.1 Vitální kapacita plic

Je základním spirometrickým ukazatelem. Její velikost je dána především tělesnou výškou, věkem a pohlavím, méně je ovlivněna tělesnou hmotností a trénovaností. Vitální kapacita tedy není ukazatelem výkonnosti, i když její nízká hodnota by určitě byla pro vytrvalostní sport hendikepem. Pro aerobní fyzickou zdatnost je důležitějším předpokladem hodnota plicní ventilace při maximální zátěži. Absolutní hodnota VC u zdravých mužů české populace činí v průměru 5000 – 5300 ml, u žen 3200 – 3330 ml. (Placheta, Siegelová, Šteifa a kol., 1999).

Referenční rovnice pro přesné stanovení náležité nádechové vitální plicní kapacity (nVC_{in}) jsou:

$$\text{nVC}_{\text{in}} \text{ muži nad 18 let} = 6,103 \cdot \text{výška(m)} - 0,028 \cdot \text{věk (roky)} - 4,654 \text{ (litry)}$$

$$\text{nVC}_{\text{in}} \text{ ženy nad 18 let} = 4,664 \cdot \text{výška(m)} - 0,024 \cdot \text{věk (roky)} - 3,284 \text{ (litry)}$$

Vilikus, Brandejský a Novotný (2004) uvádí, že referenční rovnice pro přesné stanovení náležité výdechové vitální kapacity (FEV, Forced Expiratory Volume) se poněkud liší:

$$\text{nFEV} \text{ muži nad 18 let} = 5,757 \cdot \text{výška(m)} - 0,026 \cdot \text{věk(roky)} - 4,345 \text{ (litry)}$$

nFEV ženy nad 18 let = 4,426 . výška(m) – 0,026 . věk(roky) – 2,887(litry)

2.3.2.2 Jednosekundová vitální kapacita plic (FEV₁) a Tiffenauův index (FEV₁/FEV)

Jednosekundová vitální kapacita plic (FEV₁) a poměr FEV₁/FEV jsou důležité pro hodnocení centrální obstrukční ventilační poruchy (COVP).

K posouzení přítomnosti/nepřítomnosti COVP se používá FEV₁/VC, k posouzení závažnosti COVP podle české pneumologické společnosti pak už jen FEV₁: je-li FEV₁ nad 60% náležité hodnoty, je COVP lehká, mezi 60-45% středně těžká a pod 45% těžkého stupně. (Vilikus, Brandejský & Novotný, 2004).

2.3.2.3 Maximální expirační průtok, Peak Expiratory Flow (PEF)

Průtok na úrovni 50% VC, Mean Expiratory Flow (MEF50)

Průtok na úrovni 25% VC, Mean Expiratory Flow (MEF25)

Vyšetření těchto parametrů se provádí v rámci měření tzv. křivek průtok – objem. Jsou důležité pro hodnocení periferní obstrukční ventilační poruchy (POVP), tedy poruchy dýchacích cest nižších řádů.

Vilikus, Brandejský a Novotný (2004) rovněž popisují, že k posouzení přítomnosti/nepřítomnosti POVP se používá MEF50 a MEF25. Jsou-li MEF50 a současně i MEF25 větší než 70% náležité hodnoty, nejsou přítomny žádné známky POVP. Je-li jeden z parametrů, ať již MEF50 nebo MEF25, mezi 40-70%, je POVP mírná, pod 40% náležité hodnoty je výrazná.

Výše uvedené ukazatele je možné naměřit pomocí speciálních pneumologických přístrojů, v terénních podmínkách nejčastěji kapesních spirometrů.

2.4 Hodnocení funkční zdatnosti

2.4.1 Maximální zátěž

Vyšetření maximální zátěžové tolerance lze provádět pouze po předchozí lékařské prohlídce. Zátěžový test začíná předehřátím a končí vyčerpáním vyšetřovaného. V okamžiku ukončení testu je zátěž výrazně snížena a vyšetřovaná osoba pokračuje ve šlapání. Stanovuje se hodnota maximálního příjmu kyslíku a ostatních parametrů dýchacího a oběhového ústrojí při nárocích, které vedou k vyčerpání všech funkčních rezerv. Maximální zátěž v souvislosti s otázkou

transportní kyslíkové kapacity tedy přináší informace o stavu a rezervách transportního systému (Máček & Vávra, 1998).

Globálním ukazatelem výkonnosti oběhového a dýchacího systému je hodnota maximálního příjmu kyslíku. A to v případě, že je do dynamické svalové činnosti zapojena co možná největší svalová hmota těla. Aby zjištěná hodnota spotřeby kyslíku byla skutečně maximální, musí zátěž trvat určitou dobu (několik minut). Mezi hlavní sledované parametry patří kromě maximální spotřeby kyslíku ($VO_{2max.}$), také maximální minutová ventilace ($V_E max.$), maximální tepová frekvence ($TF_{max.}$) a maximální minutový výdej srdeční ($Q_{max.}$) (Máček & Vávra, 1998).

2.4.2 Kardiorespirační ukazatele zdatnosti

2.4.2.1 Maximální spotřeba kyslíku ($VO_2 max.$)

Spotřeba kyslíku udává množství kyslíku předané tkáním za časovou jednotku (1 minutu).

Hodnocení stupně zdatnosti a výkonnosti využívá obvykle maximální spotřeby kyslíku nebo jiných respiračních parametrů, zjištěných během zátěžového testu (Heller a kol., 1991, Máček & Vávra, 1998, Placheta a kol., 1996).

Maximální spotřeba kyslíku (VO_{2max}) je nejcennějším ukazatelem při posuzování aerobní kardiorespirační zdatnosti.

Spotřeba kyslíku a zátěž

Ze studie realizované Poolem a Richardsonem (1997) vyplynulo, že při testování na bicyklovém ergometru, kde se do práce zapojuje značná svalová hmota, je spotřeba kyslíku určena v první řadě plicní spotřebou kyslíku. Plicní spotřeba kyslíku závisí na intenzitě a typu zátěže.

Při konstantní zátěži nízké intenzity (pod anaerobním prahem) stoupá spotřeba kyslíku exponenciálně až do 3 minuty, kdy je dosaženo rovnovážného stavu (steady state). Při stupňované zátěži vysoké intenzity (nad anaerobním prahem) roste spotřeba kyslíku lineárně se zvyšující se zátěží až do submaximálních hodnot. Nedosahuje však rovnovážného stavu, ale roste pozvolněji až do maxima, kde zůstává přechodně na stejné úrovni („levelling off“) i při dalším zvyšování intenzity zátěže (Pool & Richardson, 1997, Wasserman, Hansen, Sue & Whipp, 1987).

Jestliže je tedy zvýšená spotřeba kyslíku mezi 3 a 6 minutou konstantní zátěže, přičemž spotřeba kyslíku v 6 minutě je větší, než ve 3 minutě, pak se práce koná nad anaerobním prahem. Tato změna spotřeby kyslíku koreluje se zvýšenou produkcí laktátu (Pool & Richardon, 1997, Wasserman, Hansen, Sue & Whipp, 1987).

Maximální spotřeba kyslíku ($\text{VO}_2 \text{ max.}$) představuje kapacitu transportního systému. Tělo má horní limit utilizace kyslíku při zátěži. Je tedy měřítkem maximálních aerobních schopností organismu. U nemocných je hodnota $\text{VO}_2 \text{ max.}$ nižší a vyjadřuje se symboly $\text{VO}_2 \text{ peak}$ (vrchol), $\text{VO}_2 \text{ tol.}$ (tolerovaná) nebo $\text{VO}_2 \text{ sl}$ (symptomy limitovaná). Nižší hodnoty jsou přítomny u kardiovaskulárních onemocnění, plicních onemocnění, anémie (Wasserman, Hansen, Sue & Whipp, 1987).

Hodnoty $\text{VO}_{2\text{max.}}$ velmi těsně korelují s hodnotou maximálního minutového srdečního výdeje (CO , cardiac output) (Vilikus, Brandejský & Novotný, 2004).

2.4.2.2 Maximální VO_2

Při zvyšování zátěže spotřeba kyslíku lineárně roste. Jestliže vyšetřovaný skončí zátěž pro vyčerpání a nárůst spotřeby kyslíku je stále lineární se vzrůstající zátěží, pak nejde o maximální VO_2 . Jestliže se nárůst příjmu začíná oplošťovat a zůstává přechodně na stejné úrovni při stoupající zátěži, jde o $\text{VO}_2 \text{ max.}$, jak popisují výsledky studie od Matthyse, Panniera, Taeymanse a Verhaarena (1996).

U většiny lidí jsou obě hodnoty velmi blízké. Je-li však test ukončen pro bolest dolních končetin, dušnost nebo nedostatečnou motivaci, neobjeví se „levelling off“ a jde o maximální VO_2 , které je nižší než $\text{VO}_{2\text{max.}}$. Kritériem $\text{VO}_2 \text{ max.}$ je tedy dosažení kyslíkového plateau (Wasserman, Hansen, Sue & Whipp, 1987).

Vztah mezi zátěží a příjmem kyslíku závisí na tělesné hmotnosti. U obézních je stejná zátěž spojena s vyšší spotřebou kyslíku. Spotřeba kyslíku roste při zvyšování zátěže asi o $10,2 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$ na 1 W zátěže. Obézní mají zvýšenou spotřebu kyslíku přibližně o $5,8 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Na bicyklovém ergometru se to odrazí v přírůstku práce těžších dolních končetin. Nižší příjem kyslíku může být způsoben nedostatečným transportem kyslíku, omezenou difúzí kyslíku z kapiláry do mitochondrií (Wasserman, Hansen, Sue & Whipp, 1987).

Rozdíly ve spotřebě kyslíku mezi různě trénovanými osobami se projeví až nad úrovní ANP a v hodnotě maximální kyslíkové spotřeby.

2.4.2.3 Relativní spotřeba kyslíku (VO_{2max} . kg⁻¹)

Mezi různými osobami jsou srovnatelné pouze hodnoty VO_{2max} vztažené k tělesné hmotnosti (Vilikus, Brandejský & Novotný, 2004).

Maximální kyslíková spotřeba u sportovců různých sportovních disciplín závisí ze zevních faktorů především na podílu vytrvalostní složky v daném druhu sportu (Havličková a kol., 1999).

2.4.2.4 Minutová plicní ventilace (V_{max} , V_E max. l.min⁻¹)

Minutová ventilace představuje objem vzduchu, který je proventilován za 1 minutu. Je určena velikostí dechového objemu a dechovou frekvencí. Při klidovém dýchání je minutová ventilace u průměrného dospělého asi 8 l.min⁻¹. Při zátěži se její hodnota zvyšuje zvětšením dechového objemu a dechové frekvence (zkrácením inspirační i expirační fáze) 15-ti až 25-ti násobně nad klidové hodnoty, až na 180 l.min⁻¹ – maximální minutová ventilace (Roitman et al., 1998, Silbernagl & Despopoulos, 1993).

Ne všechen vzduch je efektivně ventilován v plicích. Vzduch v dýchacích cestách a v alveolech bez perfúze (mrtvý dýchací prostor) nepříjde do styku s výměnou plynů.

Tato část dechového objemu je příčinou rozdílu mezi aktuálním objemem vdechovaného vzduchu a alveolární ventilací. Výměna plynů probíhá pouze v alveolech, tzv. alveolární ventilace (V_A). K určení minutové ventilace je nutno eliminovat dané množství CO_2 a zaměnit minutovou ventilaci za alveolární ventilaci (Wasserman, Hansen, Sue & Whipp, 1987).

Při zátěži se minutová ventilace zvyšuje v důsledku zvýšené potřeby odstranit CO_2 a přijmout O_2 .

Při mírné a střední intenzitě zátěže je zvýšení minutové ventilace většinou dostačující k udržení arteriálního pCO_2 a pH na klidových hodnotách. Minutová ventilace je dána primárně zvýšením dechového objemu a v menší míře zvýšením dechové frekvence.

K významnějšímu růstu minutové ventilace dochází při těžké intenzitě zátěže. Při intenzitě zátěže 60 – 75 % VO_{2max} dochází ke zlomu a ventilace roste rychleji, než spotřeba kyslíku, paralelně s náhlým nelineárním zvýšením laktátu v séru a zvýšením výdeje CO_2 (oblast anaerobního prahu). To předpokládá, že plicní ventilace

je regulována více požadavkem výdeje CO₂, než spotřebou O₂ (Roitman et al., 1998, Wasserman, Hansen, Sue & Whipp, 1987).

Schopnost ventilace nabídnout dostatečné množství vzduchu do alveolů závisí na výkonnosti a koordinované funkci dýchacího svalstva (vliv polohy těla při zátěži), na plicním elastickém odporu a na odporu dýchacích cest. Výměna plynů v plicích splňuje nároky i při těžké zátěži. U zdravého průměrného jedince není minutová ventilace limitujícím faktorem kyslíkové transportní kapacity (Máček & Vávra, 1998, Roitman et al., 1998).

Při submaximálním zatížení se v hodnotách V_E neliší netrénovaní od trénovaných. Rozdíly se však projeví nad úrovní anaerobního prahu a při maximální zátěži. Do úrovně ANP stoupá V_E lineárně, nad úrovní ANP začne stoupat V_E rychleji a nelineárně (Máček & Vávra, 1998).

2.4.2.5 Maximální tepová frekvence (TF_{max} . tep.min⁻¹)

U zdravé populace stoupá tepová frekvence při zátěži lineárně až do submaximálních intenzit. Od úrovně 75 – 85 % maxima dochází ke zpomalení vzestupu až na úroveň maximální tepové frekvence. Vzestup tepové frekvence při tělesné zátěži je nepřímo úměrný obecné fyzické zdatnosti a je provázen vzestupem spotřeby kyslíku a minutového srdečního objemu (Chaloupka, Elbl a kol. 2003). Nejdůležitějším faktorem ovlivňujícím tepovou frekvenci je věk. Maximální tepová frekvence klesá se zvyšujícím se věkem, v mladém věku TF_{max} dosahuje hodnot blízkých 200 tepů . min⁻¹ (Vilikus, Brandejský & Novotný 2004). Vlivem tréninku se maximální tepová frekvence nemění nebo se může mírně snížit. Naproti tomu klidová tepová frekvence vlivem tréninku klesá v důsledku zvýšení tonu parasympatiku (Froelicher, 1994, Wasserman, Hansen, Sue & Whipp, 1987).

Uvedené vztahy neplatí pro některé osoby s kardiovaskulárním nebo jiným interním onemocněním. U těchto pacientů často stoupá tepová frekvence při zátěži relativně strmě spolu se zvýšením spotřeby kyslíku, přestože srdeční objem je nízký. Když se přiblíží své maximální tepové frekvenci, zpomalí se rychlost růstu spotřeby kyslíku, zatímco tepová frekvence typicky dále stoupá. Rychlost růstu tepové frekvence vzhledem ke spotřebě kyslíku je dokonce strmější, odchýlená od linearitity přítomné při nižší zátěži (Placheta a kol., 1996, Wasserman, Hansen, Sue & Whipp, 1987).

Tepová frekvence v zotavení rychle klesá, nebo se může prudce zvýšit i v posledních sekundách zátěže.

Metody měření tepové frekvence:

Nejvhodnější metodou měření tepové frekvence při zátěži je standardní EKG a výpočet okamžité tepové frekvence z intervalů R – R. Mezi další používané metody patří: kardiotačometr, telemetrie, Sport – Tester, Holterův systém. Metody používající techniku měření arteriálního pulsu mají mnohem více artefaktů než EKG. Někdy se používá metoda zprůměrnění poslední minuty zátěže nebo v bezprostředním zotavení; obě tyto metody jsou nepřesné, jak uvádí Placheta a kol. (1996).

Pro každodenní praxi je možné používat pro běh a podobné aktivity výpočet referenční hodnoty Tf_{max} jednoduchý vzorec $220 - \text{věk (roky)}$, pro cyklistiku a bicyklový ergometr $210 - \text{věk}$, a to pro muže i ženy.

2.4.2.6 Zátěž, Výkon (W_{max} , $W_{max} \cdot \text{kg}^{-1}$)

Maximálního výkonu na bicyklovém ergometru dosáhne sportovec tehdy, pokud správně dávkujeme submaximální zátěž. Výkon ukazuje, jaké má sportovec silově – vytrvalostní schopnosti. Normální hodnoty $W_{max} \cdot \text{kg}^{-1}$ u nesportujících mužů a žen jsou 3-4W resp. 2,5-3W, sportovci dosahují zhruba dvojnásobku, tj. 6-8W.

Maximální výkon s věkem od puberty lineárně klesá u mužů i žen (Vilikus, Brandejský & Novotný, 2004).

2.4.2.7 Krevní tlak (TK, mm Hg)

Krevní tlak je funkcí srdečního minutového objemu a periferního odporu. Při zátěži se systolický krevní tlak zvyšuje s rostoucí zátěží. Nejvyšší hodnoty dosahuje systolický krevní tlak při maximální zátěži. Maximální hodnoty dosahují 220 – 260 mm Hg, jsou ovlivněny věkem, pohlavím a tělesnou hmotností. Diastolický krevní tlak se při zátěži obvykle nemění, ale může stoupnout nebo i mírně klesat. Po ukončení zátěže systolický krevní tlak náhle klesá a může dojít ke kolapsu, proto by neměl vyšetřovaný ukončit zátěž náhle, ale měl by pokračovat na nízké intenzitě zátěže. Systolický krevní tlak se obvykle normalizuje během zotavení, ale někdy může přetrvávat hypotenze i několik hodin po zátěži (Froelicher, 1994, Roitman et al., 1998).

Pokud se hodnota systolického krevního tlaku při zvyšující se zátěži nemění, může to být známka klesajícího srdečního výdeje. U osob s hypotenzní reakcí by zátěž měla být ukončena, pokud systolický krevní tlak klesá na konci zátěže pod klidovou hladinu anebo klesá po počátečním růstu o 20 mm Hg a více. Tato odpověď koreluje s ischemií myokardu, dysfunkcí levé komory a zvýšeným rizikem srdečních příhod (Pool & Richardson, 1997).

Krevní tlak by měl být měřen v klidu před zahájením testu. Je nutno brát v úvahu, že zvýšení klidového krevního tlaku může být způsobeno úzkostí z vyšetření. Přetrvávající hypertenze před testem je relativní kontraindikací zátěžového testování (Placheta a kol., 1996, Roitman et al., 1998).

Krevní tlak by měl být měřen během poslední minuty každého stupně zátěže. Zátěž by měla být ukončena, jestliže systolický krevní tlak dosáhne hodnoty 260 mm Hg, diastolický TK stoupne na 115 mm Hg nebo klesá-li se stoupající zátěží, jak uvádí Roitman et al. (1998).

2.4.3 Anaerobní práh

Anaerobní práh byl definován jako krátký časový interval v průběhu stupňované zátěže, ve kterém je porušena rovnováha mezi tvorbou a odbouráváním laktátu a dochází ke zvýšení jeho koncentrace v krvi. Je to předěl mezi převážně aerobním a anaerobním krytím energetických nároků organismu (Placheta a kol., 1996).

Anaerobní práh je nejvyšší intenzita dynamické zátěže, vyjádřená odpovídající spotřebou kyslíku nebo tepovou frekvencí, při které se v oběhu neobjevuje kumulace laktátu. Tento bod náhlého vzestupu kumulace laktátu je spojen s nelineárním vzestupem ventilace, která začíná stoupat rychleji, než spotřeba kyslíku. Intenzita zátěže na této úrovni odpovídá 60 – 80 % maxima (Wasserman, Hansen, Sue & Whipp, 1987).

Anaerobní práh je odrazem zvýšení laktátu a poměru laktát/pyruvát ve svalu a v arteriální krvi. Úroveň anaerobního prahu závisí stejně jako VO_2 max. na počtu svalových skupin, které pracují (Wasserman, Hansen, Sue & Whipp, 1987).

V současnosti se na vzestup laktátu v krvi hledí jako na nouzovou redistribuci krve, která vede k nedostatečnému prokrvení jater, jak uvádí Fric, Boldt, Stoboy, Meller, Feldt a Drygas (1988), Kváča, Radvanský a Čermák (1998). Při zátěži se tvoří kyselina mléčná, která je pufrována převážně systémem plazmatického bikarbonátu.

Zátěž vyšší intenzity je spojena s vyšší produkcí laktátu. Na určité úrovni stupňovitě zvyšované zátěže vzniká nepoměr mezi produkcí a utilizací laktátu, což vede k nelineárnímu vzestupu koncentrace krevního laktátu. Zátěž této úrovně je nazývána anaerobní práh (Fric, Boldt, Stoboy, Meller, Feldt & Drygas, 1988).

Bod, na kterém začíná stoupat hladina laktátu v krvi, nemůže podat informaci o vzniku anaerobního metabolismu, protože laktát se tvoří, i když je k dispozici dostatečné množství kyslíku. Začátek nelineárního vzestupu koncentrace krevního laktátu je dán nepoměrem mezi jeho tvorbou a odbouráváním, což je způsobeno změnou krevní redistribuce při těžké zátěži. Vasokonstrikce splachnické oblasti vede ke snížení perfúze jater, ve kterých je laktát částečně metabolizován. Dochází ke vzniku obráceného koncentračního gradientu pro laktát (laktát směrem do krve). Stejný proces probíhá i v intenzivně pracujícím svalu (Fric, Boldt, Stoboy, Meller, Feldt & Drygas, 1988, Radvanský, 1998).

Z vyšší hladiny laktátu nelze tedy usuzovat na start anaerobního metabolismu, ale pouze na to, že zátěž je intenzivnější (Máček & Vávra, 1998).

2.4.3.1 Význam zjišťování anaerobního prahu

V současné době intenzita zátěže na úrovni anaerobního prahu nachází uplatnění u velmi širokého spektra osob od vrcholových sportovců přes netrénované zdravé osoby až po nemocné osoby s kardiovaskulárními i jinými chorobami.

U zdravých osob má význam především jako nejúčinnější intenzita tréninku pro zvyšování aerobní kapacity organismu. U nemocných osob má význam pro diagnostiku stupně závažnosti řady interních onemocnění i pro indikaci pohybové aktivity u pacientů, jako horní limit bezpečného zatížení (Vilikus, Brandejský & Novotný 2004).

Ze stanovení anaerobního prahu a jeho hodnot můžeme posuzovat funkci kardiorepiračního systému a posouzení tělesné zdatnosti.

Stanovení anaerobního prahu nelze provést u akutních onemocnění, u pacienta po nadměrné námaze v předešlých 2 – 3 dnech, z tepové frekvence u pacientů s léky, které mění hodnotu tepové frekvence, z laktátu u zátěžového protokolu s méně než 4 odběry laktátu na čtyřech stupních zátěže (Radvanský, 1998).

2.4.3.2 Metody stanovení anaerobního prahu

Za individuálně charakteristický je nutno pokládat rozdíl mezi hodnotou anaerobního prahu stanovenou neinvazivním způsobem nebo neinvazivním způsobem (Havlíčková a kol., 1999).

Invazivní určení anaerobního prahu vychází z exponenciálního vzestupu laktátu nebo úbytku bází (BE) v krvi, spojeného s rostoucí metabolickou acidózou. Teoreticky je nejsprávnější provádět každý stupeň zátěže izolovaně (s 1 – 2denními přestávkami), jedině tak lze dosáhnout rovnovážného stavu a zjistit hladinu laktátu odpovídající dané zátěži (Máček & Vávra, 1998).

Neinvazivní způsob získání hodnot anaerobního prahu vychází ze změn ventilačně – respiračních parametrů při zatížení tj. respirační práh, který je dnes součástí spiroergometrického vyšetření. Existují softwarové systémy, které zpracovávají tato vyšetření a umožňují stanovení anaerobního prahu (Kváča, Radvanský & Čermák, 1998). Při zvyšující se zátěži se zvyšuje dodávka CO₂ do plic, což vyvolává zvýšení plicní ventilace a změny ve výměně plynů. Fyziologicky je anaerobní práh získaný z ventilačně respirometrických hodnot definován jako zlom ventilační křivky v okamžiku nelineárního vzestupu ventilace. Reakce na postupně zvyšovanou zátěž se zpočátku projevuje lineárním vzestupem minutové ventilace, výdeje CO₂ a poměru výměny plynů (R), vázaným na vzestup spotřeby kyslíku. Při určité intenzitě zátěže (60 – 70 % VO₂ max.) dochází k inflexi a vzestup ventilace, výdeje CO₂ a R je rychlejší, než vzestup spotřeby kyslíku (Kváča, Radvanský & Čermák, 1998, Placheta, Siegelová, Šteifa a kol., 1999).

Při určování anaerobního prahu z hlediska funkční diagnostiky je kladen důraz především na tyto spiroergometrické parametry: tepová frekvence, minutová ventilace, zátěž, spotřeba kyslíku, výdej CO₂, ventilační ekvivalent kyslíku (Kváča, Radvanský & Čermák, 1998).

V současnosti jsou hodnoty anaerobního prahu nejčastěji určovány pomocí stupňovaného zátěžového testu bez dosažení rovnovážného stavu, kdy je intenzita zátěže dána schodovitými přírůstky, nebo pomocí kontinuálně zvyšovaného zátěžového testu. Výhodou těchto testů je značné zkrácení doby trvání testu, jak popisuje Bunc, Hofmann, Leitner a Gaisl (1993).

3 CÍLE PRÁCE, HYPOTÉZA

Motivace k tématu, cíle a úkoly práce:

Motivace

Motivací pro výběr tématu je testování fyziologických komponent trénovanosti a funkčního stavu pohybového aparátu v rámci preventivních tělovýchovně – lékařských prohlídek (na pracovišti) v Ústavu sportovního a preventivního lékařství v Praze z pozice fyzioterapeuta. Na základě zpracování informací získaných v průběhu tělovýchovné prohlídky si budu moci odpovědět na několik otázek a to, na jaké úrovni je tělesná zdatnost současných studentů na Fakultě tělesné výchovy UK v Praze v porovnání s jinou populační skupinou, a zda-li je důkladně monitorován jejich zdravotní stav vzhledem k výskytu náhlých kolapsů či úmrtí v průběhu sportovní činnosti. Statistické zpracování výsledků mi také umožní podat studentům zpětnou vazbu v rámci interindividuální a intraindividuální interpretace.

Hlavní cíl práce

1. Porovnat tělesnou zdatnost, výkonnost a tělesné složení zdravé populace studentů (mužů a žen) Fakulty tělesné výchovy UK v Praze pomocí jednorázového zátěžového vyšetření na bicyklovém ergometru, spirometrií a bioimpedanční anlyzou s kontrolní skupinou - populací rekreačně sportujících jedinců.

Dílčí cíle práce

1. Zaznamenat četnost a charakter výskytu abnormální křivky elektrokardio-záznamu jako indikátoru latentních srdečních vad a zvýšených hodnot tlaku krve jako indikátoru predispozice pro onemocnění srdce a cév.

2. Zaznamenat podle anamnestických údajů četnost výskytu alergických onemocnění u experimentální skupiny.

Úkoly práce

Byly stanoveny tyto úkoly:

1.1. Provést stupňovaný zátěžový test na bicyklovém ergometru s cílem získání ukazatelů:

- maximální spotřeby kyslíku (VO_{2max})
- relativního maximálního výkonu – aproximovaného (PWC_{max})
- tepové frekvence dosažené při ergometrii (TF_{10min.})

1.2. Provést spirometrické vyšetření pomocí kapesního respirometru s cílem získání parametrů:

- vitální kapacity plic (FVC)
- jednosekundové vitální kapacity plic (FEV₁)

1.3. Provést antropologické vyšetření prostřednictvím antropometrického inventáře a bioimpedanční analýzy, získat hodnoty:

- tělesného tuku (%TT)
- celkové tělesné vody (%CTV)
- tělesné výšky (TV v cm)
- tělesné hmotnosti (TH v kg)

1.4. Zaznamenat klidovou srdeční činnost pomocí elektrokardiogramu a změřit hodnoty klidového krevního tlaku.

Vědecké otázky

VO 1: Jaká je aerobní zdatnost, výkonnost a tělesné složení u vybrané populace – studentů a uchazečů o studium na Fakultě tělesné výchovy UK v Praze? Odpovídá nadprůměrným hodnotám ve srovnání s normami kontrolní skupiny - populací rekreačně sportujících jedinců?

VO 2: Jaký je výskyt latentních srdečních vad nebo odchylek srdeční aktivity od fyziologického nálezu v experimentální skupině?

4 METODIKA

4.1 Obecná charakteristika souboru

Zkoumaný soubor byl rozdělen do 2 experimentálních skupin. Experimentální skupinu I. tvořilo celkem 50 mužů, experimentální skupinu II. tvořilo 47 žen. Všichni testovaní muži a ženy absolvovali v našem zařízení tělovýchovně lékařskou prohlídku. Většina testovaných má trvalý nebo přechodný pobyt (vysokoškolská kolej) v Praze nebo v jejím blízkém okolí. Všichni testovaní studovali, nebo se ucházeli o studium na vysoké škole.

Pro vstup do experimentální skupiny bylo nutno splnit tyto podmínky:

- věk 18-24 a 25-34 let
- student, uchazeč o studium na Fakultě tělesné výchovy a sportu v Praze
- zdravotní stav – zdravý
- absence ICHS nebo jejich komplikací u blízkých příbuzných (rodiče, sourozenci, děti) před 65. rokem života.

K získání osobních dat a základních anamnestických údajů (rodinné, osobní, pracovní a pohybové anamnézy) byl použit anamnestický dotazník, který byl vytvořen speciálně pro účely sportovně tělovýchovných prohlídek v Ústavu preventivního a sportovního lékařství v Praze. Je uveden v příloze č.1. Všichni testovaní ho obdrželi a vyplnili předem a pokud nesplnili všechny shora uvedené podmínky, byli vyloučeni ze souboru.

Testování se zúčastnili muži a ženy ve věku od 18 do 34 let.

Experimentální skupina I. muži (průměrný věk 22,93 +/- 3,35 let), jejich výška se pohybovala od 167 do 191 cm (průměrná výška 180,49 +/- 5,79 cm), tělesná hmotnost byla 61,5 až 92,6 kg, (průměrná hmotnost 76,24 +/- 7,21 kg).

Experimentální skupina II. ženy (průměrný věk 23,68 +/- 4,14 let), jejich výška se pohybovala od 156 do 180 cm (průměrná výška 167,99 +/- 5,65 cm), tělesná hmotnost byla 44,9 až 79 kg, (průměrná hmotnost 61,35 +/- 7,21 kg).

Obecná charakteristika souboru je uvedena v tabulce 1. a 2.

Tabulka 1. Antropometrické hodnoty (muži)

n = 50	M	SD	maximální hodnota	minimální hodnota
Věk (roky)	22,93	3,35	34	19
Výška (cm)	180,49	5,79	191	167
Hmotnost (kg)	76,24	7,21	92,6	61,5

SD- směrodatná odchylka, M- aritmetický průměr

Tabulka 2. Antropometrické hodnoty (ženy)

n = 47	M	SD	maximální hodnota	minimální hodnota
Věk (roky)	23,68	4,14	35	19
Výška (cm)	167,99	5,65	180	156
Hmotnost (kg)	61,35	7,21	79	44,9

SD- směrodatná odchylka, M- aritmetický průměr

4.2 Popis experimentu

4.2.1 Příprava testovaného (muži, ženy)

Všichni vyšetřovaní byli předem poučeni, aby se řídili těmito pokyny:

- 24 hodin před vyšetřením se vyhnout těžké fyzické námaze
- 24 hodin před vyšetřením nekouřit a nepít alkohol
- 1 hodinu před vyšetřením nejíst, nepít kávu
- vzít si s sebou sportovní obuv a vhodné oblečení.

4.2.2 Příprava laboratorních podmínek

Byly zapnuty testovací přístroje a připraveny všechny pomůcky pro vyšetření, vyvětrání laboratoře.

Použité přístroje a pomůcky:

- EKG přístroj – typ Seiva Praktik DJ - 510 , přísavné elektrody
- kapesní spirometr - analyzátor dýchacích plynů – Micro Plus (výrobce Micro Medical), náustek, skřípec na nos
- rtuťový tonometr, manžeta, fonendoskop
- elektromagneticky brzděný bicyklový ergometr - Cateye Ergociser CE - 1600
- lékařská decimální váha

-
- sklopné lehátko
 - PC
 - bioimpedanční přístroj – Tanita – BC 545 Inner Scan

4.2.3 Metodický postup

Jednotlivá vyšetření byla provedena v následujícím pořadí:

1. vyplnění anamnestického dotazníku lékařem, instruktáž o průběhu vyšetření, poté se vyšetřovaný vysvlékl do spodního prádla
2. antropometrické vyšetření - tělesná hmotnost
 - tělesná výška
 - bioimpedanční analýza
3. spirometrické vyšetření
4. měření klidového krevního tlaku, záznam klidového EKG
 - vleže na lehátku po 10 minutách klidu
5. stupňovaný zátěžový test
6. měření klidového krevního tlaku, záznam klidového EKG
 - vsedě na bicyklovém ergometru, 3 minuty po ukončení zátěže
7. 15 minutová pauza určená pro odpočinek a vyplnění dotazníků – kineziologické vyšetření
 - za pomoci fyzioterapeuta
8. seznámení vyšetřovaného s výsledky testu – lékařem.

Všechny vyšetřovací metody jsou podrobně popsány v následující kapitole.

4.3 Použité vyšetřovací metody

4.3.1 Laboratorní vyšetření

4.3.1.1 Antropometrické vyšetření

a) Tělesná hmotnost

K vyšetření tělesné hmotnosti byla použita lékařská decimální váha. Vyšetřovaný se vysvlékl do spodního prádla a bosý se postavil doprostřed nosné plochy váhy. Na stupnici byla odečtena hmotnost v kilogramech.

b) Tělesná výška

Tělesná výška byla měřena pomocí lékařského výškoměru. Vyšetřovaný byl bos, stál ve stoji spojném, pohled směřoval přímo před sebe. Měřila se vzdálenost vrcholu hlavy (vertex) od podložky a výška byla zaznamenána v centimetrech (Haladová & Nechvátalová, 2003).

c) Bioimpedanční analýza

Pro stanovení relativní hmotnosti podkožní tukové tkáně byla použita metoda bioimpedanční analýzy. Pomocí bioimpedančního přístroje byla zjištěna hodnota zastoupení tělesného tuku (TT) v % a hodnota celkové tělesné vody (CTV) v %.

4.3.1.2 Měření hodnot krevního tlaku

Při měření krevního tlaku byly použity tyto pomůcky: rtuťový tonometr s přiměřeně širokou manžetou, fonendoskop.

Klidový krevní tlak byl měřen vleže na lehátku, po 10-ti minutách klidu. Tonometr byl umístěn vertikálně ve výši srdce, na stojanu vedle lehátka. Manžeta byla upevněna na pravou paži a rychle nafouknuta o 20 – 30 mm Hg nad tlak, při kterém vymizí puls na arteria radialis. Fonendoskop byl umístěn ve fossa cubitalis nad arteria brachialis. Poté byl vzduch z manžety pomalu odpouštěn. První arteriální ozva je ukazatelem systolického krevního tlaku, tlak, při kterém vymizí šelest, je tlak diastolický. Hodnoty byly odečteny s přesností na 5 mm Hg (Widimský, 2008).

4.3.1.3 EKG vyšetření

K vyšetření byl použit EKG přístroj typu Seiva Praktik DJ - 510. Záznam EKG a jeho hodnocení (stanovení tepové frekvence a vyšetření případných patologických změn) byly provedeny za těchto situací: klidové EKG vleže na lehátku.

Postup vyšetření:

Po navlhčení kůže byly přiloženy přísavné hrudní elektrody a plošné končetinové elektrody. Hrudní svody $V_1 - V_6$ a končetinové svody byly aplikovány na standardní místa. Po uklidnění vyšetřovaného bylo natočeno 12- svodové EKG.

4.3.1.4 Zátěžová ergometrie

Příprava k zátěžovému vyšetření:

Vyšetřovaný byl poučen o průběhu testu, poté se vysvlékl do spodního prádla, obul si sportovní obuv, byla individuálně upravena výška a sklon sedla.

Stupňovaný zátěžový test

Zátěžový test byl proveden na ergometru Cateye Ergociser EC – 1600. Tento model vyhodnocuje aerobní zdatnost na základě výsledků získaných v průběhu testu. Počítač ergometru v průběhu 10 minutového testu pracuje se vstupními parametry – věk, pohlaví, váha, klidová tepová frekvence, tepová frekvence při zátěži průběžně je vyhodnocuje a na základě výsledků určuje zátěž ve třech odpovídajících stupních. Podle dosažených hodnot vyhodnocuje stupeň aerobní zdatnosti v pěti úrovněvé škále.

1 – poor

2 – mild

3 – average

4 – good

5 – excelent

Počítač uvádí aproximované hodnoty maximálního výkonu (W_{max}) a maximální spotřeby kyslíku (VO_{2max}) podle horní hranice srdeční frekvence dosažené v průběhu testu.

Zátěžový test byl zahájen rozehrátím trvajícím asi 1 minutu. Velikost zátěže na jednotlivých stupních byla stanovena počítačem ergometru podle výše uvedených vstupních parametrů.

4.3.2 Anamnestický dotazník

Práce s dotazníkem:

Část dotazníku – anamnéza (OA, NO, AA, PA, RA) byla vyplněna lékařem po odebrání anamnestických údajů. Následovalo doplnění údajů a hodnot získaných po provedení jednotlivých antropometrických měření, elektrokardiografického záznamu, měření hodnot krevního tlaku a tepové frekvence, výsledků zátěžového testu a na závěr byly doplněny informace o pohybovém systému zjištěné při kineziologickém vyšetření.

Vyhodnocení a zpracování dotazníku:

Statistická data byla zpracována v programu Excel a tabulky, ve kterých jsou již upravená data byly vytvořeny pro přehlednost jednotlivých údajů v programu Word. Do tabulek jsou zaneseny výsledné hodnoty zvolených parametrů zátěžového testu, antropometrických měření, elektrokardiografického záznamu, krevního tlaku a tepové frekvence. Údaje byly dále statisticky zpracovány pro porovnání vybraných parametrů interindividuálně i v rámci komparace s vybranou kontrolní skupinou. Jako kontrolní skupina byla zvolena populace rekreačně sportujících osob stejných věkových kategorií. Grafické znázornění bylo provedeno v programu Excel pomocí sloupcových grafů, které byly vzhledem k objemu dat vybrány jako nejpřehlednější forma srovnání výsledků. Kvantitativní biomedicínké hodnoty jsou vyjádřeny v tzv. normalizované podobě, s využitím skóre směrodatné odchylky (Z-skóre). Skóre směrodatné odchylky bylo vypočítáno podle vzorce:

$$Z \text{ skóre} = \frac{x - X}{SD}$$

x = parametr vyšetřené osoby

X = tabelovaná průměrná hodnota daného parametru pro daný věk a pohlaví

SD = směrodatná odchylka tabelovaného průměru daného parametru pro daný věk a pohlaví

Porovnání hodnot $VO_2 \text{ max.} \cdot \text{kg}^{-1}$, $W_{\text{max.}} \cdot \text{kg}^{-1}$, $TK_{\text{syst.}}$, %TT a FVC s normami bylo provedeno statistickou metodou Z skóre a je uvedeno v tabulce 12 a 13.

4.3.3 Kontrolní skupina – metodika

Reprezentativní vzorek z aktivních rekreačních sportovců v celostátním výzkumu z let 1965-1975 nebyl uskutečněn. Příslušné pracoviště mělo za úkol vybrat sportovce takových odvětví, kde se předpokládala největší funkční adaptace. Z tohoto důvodu se nepředpokládalo, že výsledky představují limitní hodnoty aktivních sportovců. Měření se sledovalo celkem 30 antropometrických údajů a měřila se tloušťka 11 kožních řas pro stanovení procenta tuku v těle. Na bicyklovém ergometru se uskutečnil zátěžový test jízdou do maxima za použití 3 submaximálních a 1 maximální zátěže. Měření tepové frekvence, minutové ventilace, dechové frekvence, krevního tlaku a analýza vydechovaného vzduchu se uskutečnily v klidu a koncem každé zátěže. Sledované funkční ukazatele byly zpracovány pro jednotlivé zátěže a byly posuzovány také v dynamice jejich průběhu v závislosti na fyzikálním zatížení a

na věku. Celkem bylo vyšetřeno ve věkových skupinách 18-24 a 25-34 let 591 osob průměrné populace, z toho 353 mužů a 238 žen.

5 VÝSLEDKY

5.1 Klidové hodnoty krevního tlaku a tepové frekvence

Výsledky měření klidového krevního tlaku a klidové tepové frekvence u daného souboru mužů ($n = 50$) jsou uvedeny v tabulce 3. Při měření klidové tepové frekvence byly naměřeny hodnoty od 37 tepů/min. do 85 tepů/min. Průměrná hodnota klidové tepové frekvence byla $59,56 \pm 10,81$ tepů/min. Hodnoty klidového krevního tlaku se pohybovaly od 150/90 mm Hg syst.TK do 100/56 mm Hg diast.TK. Průměrná hodnota systolického krevního tlaku byla $123,92 \pm 10,59$ mm Hg, průměrný diastolický krevní tlak byl $75,44 \pm 11,42$ mm Hg. U 4 probandů byl zjištěn klidový krevní tlak nad 140/90 mm Hg.

Tabulka 3. Hodnoty krevního tlaku a tepové frekvence (muži)

n = 50	TKs[mmHg]	TKd [mmHg]	TF klid./[min.]
M	123,92	75,44	59,56
SD	10,59	11,42	10,81
max.	150	100	85
min.	90	56	37

SD- směrodatná odchylka, M- aritmetický průměr, max.- maximální hodnota, min.- minimální hodnota, TKs- tlak krve systolický, TKd- tlak krve diastolický, TF klid.- tepová frekvence klidová

Údaje pro krevní tlak (TK) a tepovou frekvenci (TF) v souboru ženy ($n = 47$) jsou uvedeny v tabulce 4. Při měření klidové tepové frekvence byly naměřeny hodnoty od 47 tepů/min. do 104 tepů/min. Průměrná hodnota klidové tepové frekvence byla $68,60 \pm 13,26$ tepů/min. Hodnoty klidového krevního tlaku se pohybovaly od 165/90 mm Hg syst.TK do 100/50 mm Hg diast.TK. Průměrná hodnota systolického krevního tlaku byla $118,71 \pm 13,79$ mm Hg, průměrný diastolický krevní tlak byl $72,21 \pm 9,85$ mm Hg. U 1 probanda byl zjištěn klidový krevní tlak nad 140/90 mm Hg.

Tabulka 4. Hodnoty krevního tlaku a tepové frekvence (ženy)

n = 47	TKs[mmHg]	TKd [mmHg]	TF klid./min.
M	118,70	72,20	68,59
SD	13,79	9,85	13,26
max.	165	100	104
min.	90	50	47

SD- směrodatná odchylka, M- aritmetický průměr, max.- maximální hodnota, min.- minimální hodnota, TKs- tlak krve systolický, TKd- tlak krve diastolický, TF klid.- tepová frekvence klidová

5.2 Měření relativní hmotnosti podkožního tuku

Relativní hmotnost podkožního tuku, která byla vyšetřena bioimpedanční analýzou se pohybovala u experimentální skupiny mužů od 2,4 % do 20,1 % CTH s průměrnou hodnotou 10,24 % +/- 4,34, u žen od 11,2 % do 32,6 % CTH s průměrnou hodnotou 21,14 % +/- 5,50.

5.3 Spirometrie

Výsledky spirometrického měření klidové vitální kapacity plic FVC a jednosekundové vitální kapacity plic FEV1 u souboru mužů (n = 50) jsou uvedeny v tabulce 5. Při měření klidové vitální kapacity plic byly naměřeny hodnoty od 4,04 litrů do 7,03 litrů. Průměrná hodnota klidové vitální kapacity plic byla 5,36 +/- 0,76 litrů. Při měření jednosekundové vitální kapacity plic byly naměřeny hodnoty od 3,36 litrů do 6,26 litrů. Průměrná hodnota jednosekundové vitální kapacity plic byla 4,59 +/- 0,54 litrů.

Tabulka 5. Hodnoty jednosekundové vitální kapacity FEV1 a klidové vitální kapacity plic FVC (muži)

n = 50	FEV1[litry]	FVC[litry]
M	4,59	5,36

SD	0,54	0,76
max.	6,26	7,03
min.	3,36	4,04

SD- směrodatná odchylka, M- aritmetický průměr, max.- maximální hodnota, min.- minimální hodnota, TKs- tlak krve systolický, TKd- tlak krve diastolický, TF klid.- tepová frekvence klidová

Výsledky spirometrického měření klidové vitální kapacity plic FVC a jednosekundové vitální kapacity plic FEV1 u souboru ženy (n = 47) jsou uvedeny v tabulce 6. Při měření klidové vitální kapacity plic byly naměřeny hodnoty od 2,45 litrů do 4,57 litrů. Průměrná hodnota klidové vitální kapacity plic byla 3,60 +/- 0,51 litrů. Při měření jednosekundové vitální kapacity plic byly naměřeny hodnoty od 2,02 litrů do 4,12 litrů. Průměrná hodnota jednosekundové vitální kapacity plic byla 3,16 +/- 0,45 litrů.

Tabulka 6. Hodnoty jednosekundové vitální kapacity FEV1 a klidové vitální kapacity plic FVC (ženy)

n = 47	FEV1[litry]	FVC[litry]
M	3,16	3,60
SD	0,45	0,51
max.	4,12	4,57
min.	2,02	2,45

SD- směrodatná odchylka, M- aritmetický průměr, max.- maximální hodnota, min.- minimální hodnota, TKs- tlak krve systolický, TKd- tlak krve diastolický, TF klid.- tepová frekvence klidová

5.4 Elektrokardiografický záznam

Elektrokardiografický záznam vyhodnotil změnu odchylky od normálního nálezu ve smyslu bradykardie srdeční činnosti, inkompletního bloku pravého Tawarova raménka (IBPTR), Wolffova-Parkinsonova-Whiteova syndromu (WPW), levého předního hemibloku (LAH), Lownova–Ganongova–Levineova syndromu (LGL syndrom),

deviace srdeční osy doprava nebo doleva, komorové extrasystoly (KES), hypertrofie levé komory, hypertrofie pravé komory a systolického šelestu. Výsledky pro všechny kontrolní skupiny jsou uvedeny v tabulce 7.

Tabulka 7. Změny elektrokardiografického záznamu (muži, ženy)

odchylka EKG záznamu	muži	ženy
bradykardie	7	1
IBPTR	17	5
LGL	2	2
deviace doleva	2	1
LAH	2	1
hypertrofie LK	3	0
hypertrofie PK	2	0
KES	1	0
deviace doprava	1	0
systolický šelest	3	0
sinusová arytmi	1	0
tachykardie	0	1
WPW	0	1

IBPTR- inkompletního blok pravého Tawarova raménka, WPW -Wolffův-Parkinsonův-Whiteovův syndrom, LAH- levý přední hemiblok, LGL syndrom-Lownův-Ganongův-Levinovův syndromu, KES- komorové extrasystoly, hypertrofie LK- hypertrofie levé komory, hypertrofie PK- hypertrofie pravé komory

5.5 Stupňovaný zátěžový test

Hodnoty maximálního výkonu (W_{max} , W), maximálního výkonu vztaženého k hmotnosti testovaného jedince (W_{max} , W.kg⁻¹), maximální dosažené tepové frekvence v průběhu testu ($Tf_{10min.}$), maximální spotřeby kyslíku ($VO_2 max.$), které byly vyšetřeny u jednotlivých probandů v kontrolních skupinách při zátěži jsou uvedeny v tabulce 8. a 9.

Tabulka 8. Hodnoty W_{max} , $Tf_{10min.}$, $VO_2 max$ dosažené ve stupňovaném zátěžovém test (muži)

n = 50	W_{max} [W]	W_{max} [W..kg¹]	$Tf_{10min.}$ [tepy. min⁻¹]	VO_2max [ml.kg¹. min.⁻¹]	Aerobní zdatnost (AT) st. 1-5
M	328,4	4,36	139,1	53,54	3,65
SD	74,47	0,94	12,74	11,09	1,45
max.	502	7,23	170	79	5
min.	156	2,50	105	31	1

SD- směrodatná odchylka, M- aritmetický průměr, max.- maximální hodnota, min.- minimální hodnota, $Tf_{10min.}$ -tepová frekvence za 10 minut, W_{max} .-maximální výkon, VO_2max - maximální spotřeba kyslíku

Tabulka 9. Hodnoty W_{max} , $Tf_{10min.}$, $VO_2 max$ dosažené ve stupňovaném zátěžovém test (ženy)

n = 47	W_{max}. [W]	W_{max}. [W..kg¹]	$Tf_{10min.}$ [tepy. min⁻¹]	VO_2max [ml.kg¹. min.⁻¹]	Aerobní zdatnost (AT) st. 1-5
M	190,11	3,11	143,32	38,08	2,84
SD	50,00	0,77	9,69	8,64	1,10
max.	350	5,42	165	67	5
min.	109	1,83	122	23	1

SD- směrodatná odchylka, M- aritmetický průměr, max.- maximální hodnota, min.- minimální hodnota, $Tf_{10min.}$ -tepová frekvence za 10 minut, W_{max} .-maximální výkon, VO_2max - maximální spotřeba kyslíku

Maximální zátěž (W_{max} , W) a (W_{max} , W.kg¹), které bylo dosaženo při stupňovaném testu se značně lišila u jednotlivých osob.

V experimentální skupině muži se pohybovaly hodnoty maximální zátěže od 2,50 W.kg⁻¹ do 7,23 W.kg⁻¹, průměrná hodnota byla 4,36 +/- 0,94 W.kg⁻¹.

Hodnota tepové frekvence dosažené při testu ($Tf_{10min.}$) se pohybovala od 105 tepů.min.⁻¹ do 170 tepů.min.⁻¹. Průměrná tepová frekvence ($Tf_{10min.}$) byla 139,09 +/- 12,74 tepů.min.⁻¹.

Maximální spotřeba kyslíku ($VO_2 max.$) byla 31 až 79 ml.kg⁻¹.min.⁻¹, průměrná maximální spotřeba kyslíku byla 53,54 +/- 11,09 ml.kg⁻¹.min.⁻¹.

Přístrojové vyhodnocení tělesné zdatnosti na základě získaných výše uvedených parametrů se pohybovalo (v hodnotící škále 1 – 5) od 1 do 5. Průměrná zdatnost měla hodnotu 3,65 +/- 1,45. Ve sledovaném souboru mělo 61,8% probandů nadprůměrnou zdatnost a 14,7% mělo zdatnost průměrnou.

Průměrné, maximální, minimální hodnoty a směrodatné odchylky všech sledovaných parametrů jsou uvedeny v tabulce 10.

Tabulka 10. Hodnocení tělesné zdatnosti podle parametrů W_{\max} , $Tf_{10\min.}$, VO_2 max (muži)

sledované parametry	M	SD	Maximální Hodnota	Minimální hodnota
W_{\max} . [$W.kg^{-1}$]	4,36	0,94	7,23	2,50
$Tf_{10\min.}$ [tepy.min. ⁻¹]	139,09	12,74	170	105
VO_2 max. [$ml.kg^{-1}.min^{-1}$]	53,54	11,09	79	31
Aerobní zdatnost (AT) st. 1-5	3,65	1,45	5	1

SD- směrodatná odchylka, M- aritmetický průměr, max.- maximální hodnota, min.- minimální hodnota, $Tf_{10\min.}$ -tepová frekvence za 10 minut, W_{\max} -maximální výkon, VO_2 max- maximální spotřeba kyslíku

V experimentální skupině ženy se pohybovaly hodnoty maximální zátěže od $1,83 W.kg^{-1}$ do $5,42 W.kg^{-1}$, průměrná hodnota byla $3,11 \pm 0,77 W.kg^{-1}$.

Hodnota tepové frekvence dosažené při testu ($Tf_{10\min.}$) se pohybovala od 122 tepů.min.⁻¹ do 165 tepů.min.⁻¹. Průměrná tepová frekvence ($Tf_{10\min.}$) byla $143,32 \pm 9,69$ tepů.min.⁻¹.

Maximální spotřeba kyslíku (VO_2 max.) byla 23 až 67 $ml.kg^{-1}.min^{-1}$, průměrná maximální spotřeba kyslíku byla $38,08 \pm 8,64 ml.kg^{-1}.min^{-1}$.

Přístrojové vyhodnocení tělesné zdatnosti na základě získaných výše uvedených parametrů se pohybovalo (v hodnotící škále 1 – 5) od 1 do 5. Průměrná zdatnost měla hodnotu $2,84 \pm 1,10$. Ve sledovaném souboru mělo 23,7% probandů nadprůměrnou zdatnost a 42,1% mělo zdatnost průměrnou.

Průměrné, maximální, minimální hodnoty a směrodatné odchylky všech sledovaných parametrů jsou uvedeny v tabulce 11.

Tabulka 11. Hodnocení tělesné zdatnosti podle parametrů W_{max} , $Tf_{10min.}$, VO_2 max (ženy)

sledované parametry	M	SD	Maximální Hodnota	Minimální hodnota
W_{max} . [$W.kg^{-1}$]	3,11	0,77	5,42	1,83
$Tf_{10min.}$ [tepy.min. ⁻¹]	143,32	9,69	165	122
VO_2max . [$ml.kg^{-1}.min^{-1}$]	38,08	8,64	67	23
Aerobní zdatnost (AT) st. 1-5	2,84	1,10	5	1

SD- směrodatná odchylka, M- aritmetický průměr, max.- maximální hodnota, min.- minimální hodnota, $Tf_{10min.}$ -tepová frekvence za 10 minut, W_{max} -maximální výkon, VO_2max - maximální spotřeba kyslíku

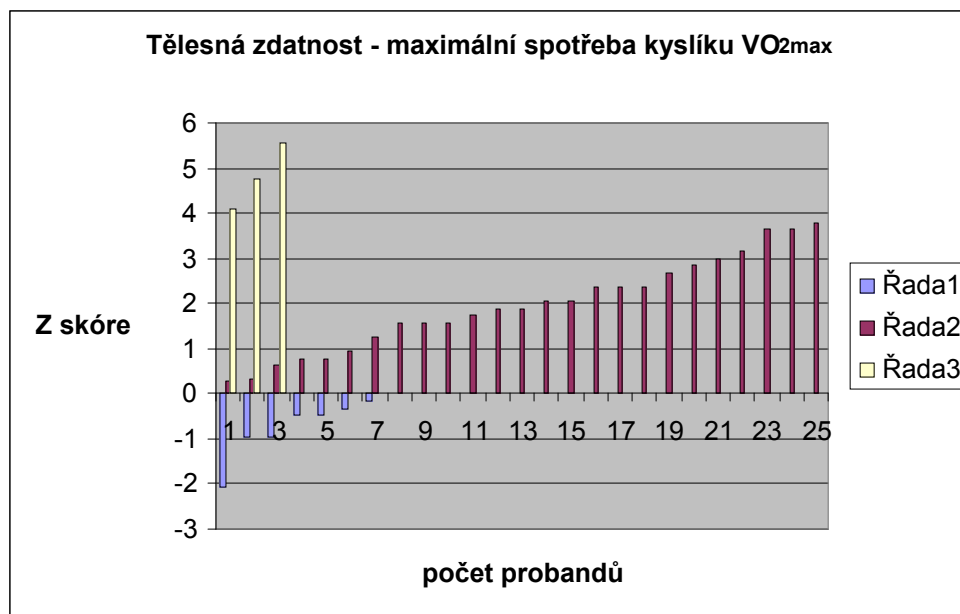
5.6 Hodnocení tělesné zdatnosti souboru

Byla hodnocena tělesná zdatnost (AT) jednotlivých probandů a celého souboru, jako celku. Hodnoty maximální spotřeby kyslíku ($VO_2max.$) ve stupňovaném zátěžovém testu byly porovnány s normami. K porovnání byly použity normy zátěžového vyšetření u zdravé populace rekreačně sportujících jedinců odpovídající věkové kategorie, které byly stanoveny v rámci celostátního výzkumu fyzické zdatnosti obyvatelstva v Československu (Fric, Boldt, Stoboy, Meller, Feldt & Drygas, 1988).

Porovnání hodnot $VO_2max..kg^{-1}$ s normami bylo provedeno statistickou metodou SD skóre a je uvedeno v tabulce 12. a 13. (viz. příloha 1., 2.)

Probandi nedosáhli metabolického maxima (maximální hodnoty jsou aproximované), ale na základě získaných výsledků lze usoudit, že 80 % souboru mužů má nadprůměrnou zdatnost a 20% souboru mužů má nízkou zdatnost. Vyjádřeno v Z skóre je průměr skupiny $1,66 \pm 1,71$ směrodatné odchylky nad populačním průměrem zdravých vrstevníků kontrolní skupiny-rekreačních sportovců, rozsah $-2,1$ až $+ 5,5$ SD normy. Pokud vezmeme za kritérium $25 ml. kg^{-1}.min^{-1}$ špičkové spotřeby kyslíku jako hodnotu dostatečnou pro značnou část rekreačních pohybových aktivit i profesí s

malou fyzickou námahou, pak nejsou zdatnostně limitováni žádní z testovaných jedinců experimentálního souboru. 9% souboru (rozsah nad +4SD normy) má současnou úroveň zdatnosti vhodnou pro provozování závodního sportu s vytrvalostní složkou.



Graf 1. Tělesná zdatnost hodnocená podle parametrů maximální spotřeby kyslíku VO₂ max (muži) vyjádřeno v Z skóre

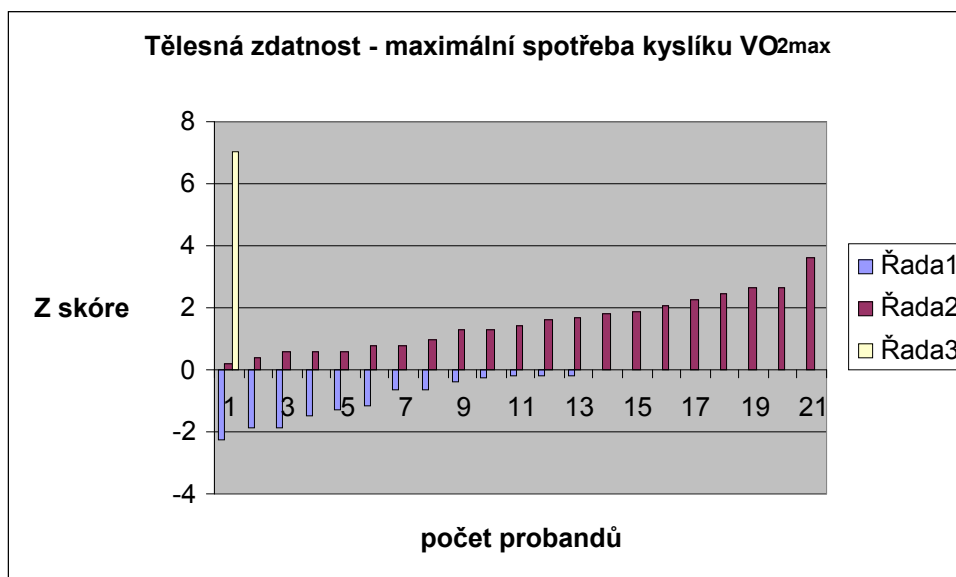
20% (n=7) podprůměrná hodnota VO₂max

71% (n=25) nadprůměrná hodnota VO₂max

9% (n=3) vysoce nadprůměrná hodnota VO₂max s dobrou tělesnou zdatností pro závodní sport s vytrvalostní složkou

Také v této experimentální skupině nedosáhli probandi metabolického maxima (maximální hodnoty jsou aproximované). Na základě získaných výsledků lze usoudit, že 35,1 % souboru ženy má nízkou zdatnost. Vyjádřeno v Z skóre je průměr skupiny $0,7 \pm 1,75$ směrodatné odchylky nad populačním průměrem zdravých vrstevníků kontrolní skupiny – rekreačních sportovců, rozsah $-2,26$ až $+7$ SD normy. Pokud vezmeme za kritérium $25 \text{ ml. kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ špičkové spotřeby kyslíku jako hodnotu dostatečnou pro značnou část rekreačních pohybových aktivit i profesí s malou fyzickou námahou, pak je hraničně zdatnostně limitováno 8% z testovaných jedinců experimentálního souboru. Za předpokladu, že si svou současnou zdatnost udrží, má 1

žena experimentálního souboru (+7 SD normy) vynikající tělesnou zdatností pro závodní sport s vytrvalostní složkou.



Graf 2. Tělesná zdatnost hodnocená podle parametrů maximální spotřeby kyslíku VO₂max (ženy) vyjádřeno v Z skóre

35,1% (n=19) podprůměrná hodnota VO₂max

56,7% (n=10) nadprůměrná hodnota VO₂max

5,4% (n=2) průměrná hodnota VO₂max

2,8% (n=1) vysoce nadprůměrná hodnota VO₂max s vynikající tělesnou zdatností pro závodní sport s vytrvalostní složkou

5.7 Výskyt alergických onemocnění

Na základě anamnestických údajů odebraných při sportovně tělovýchovné prohlídce od probandů kontrolních skupin muži a ženy vznikla průřezová prevalenční studie alergických onemocnění v dané populaci. Výsledky pro všechny kontrolní skupiny jsou uvedeny v tabulce 14.

Tabulka 14. Výskyt alergických onemocnění

anamnéza - záznam	muži	ženy
alergie - výskyt	16	13

V experimentální skupině muži (n = 50) bylo zaznamenáno 16 pozitivních nálezů (32% incidence v souboru) na alergická onemocnění různého typu.

V experimentální skupině ženy (n = 47) bylo zaznamenáno 13 pozitivních nálezů (27,7% incidence v souboru) na alergická onemocnění různého typu.

6 DISKUSE

Prvním úkolem, který byl stanoven bylo vyšetření tělesné zdatnosti u populace zdravých mužů a žen – studentů a uchazečů o studium na Fakultě tělesné výchovy a sportu UK v Praze ve věku 18–34 let.

Dosažená úroveň tělesné zdatnosti, která je v zátěžovém protokolu reprezentována hodnotami parametrů maximální spotřeby kyslíku (VO_{2max}) a relativní maximální zátěže W_{max} , je v této studii komparována s výsledky, které dosáhla populace rekreačně sportujících jedinců. Data referenčních skupin byla získána v celostátním výzkumu fyzické zdatnosti obyvatelstva v Československu v letech 1965 – 1975 (Seliger, 1975).

Cílem testování byla také snaha o vytvoření norem tělesné zdatnosti u této populace pro potřeby Ústavu preventivního a sportovního lékařství v Praze. U daného souboru byla testována tělesná zdatnost prostřednictvím stupňovaného zátěžového testu na bicyklovém ergometru.

Jedním z nejdůležitějších funkčních ukazatelů, který představuje kapacitu transportního systému, je VO_{2max} . VO_{2max} je globálním ukazatelem výkonnosti celého transportního systému pro dýchací plyny. VO_{2max} je také relativně nejpřesnější numerické vyjádření celkové schopnosti jedince absolvovat dlouhodobou tělesnou zátěž a zregenerovat se po namáhavém výkonu, jak uvádí Viličus, Brandejský a Novotný (2004). Umožňuje porovnání funkční zdatnosti a výkonnosti různých jedinců. Podle literárních zdrojů jsou průměrné hodnoty VO_{2max} (sledovaný soubor) při zátěži na bicyklovém ergometru pro muže 18 – 24 let 44,1 +/- 6,3 ml/min./kg a pro muže 25 – 34 let 39 +/- 6,3 ml/min./kg (Seliger, 1975).

Výsledky měření studie VO_{2max} byly v souboru muži v 80% nadprůměrné.

Pro ženy 18–24 let jsou průměrné hodnoty VO_{2max} 35 +/- 5,3 ml/min./kg a pro ženy 25–34 let 33,2 +/- 4,8 ml/min./kg.

Výsledky měření VO_{2max} byly v souboru ženy v 59,5% nadprůměrné a v 5,4% průměrné.

Počítač ergometru, který byl použit pro zátěžový test, vyhodnotil na základě vloženého programu tělesnou zdatnost probandů odlišně od srovnání s referenční skupinou, která byla zvolena pro diplomovou práci. Program pracuje s tabulkami hodnot, které udává the American Heart Association - Tables of Oxygen Uptake.

Podle vyhodnocení počítačem pro soubor muži je tělesná zdatnost v 61,8% nadprůměrná a ve 14,7% průměrná.

Pro soubor ženy je tělesná zdatnost ve 23,7% nadprůměrná a ve 42,1% průměrná.

Dalším sledovaným parametrem, který jsme srovnávali u zvolených souborů, byla maximální zátěž W_{max} . V klinické praxi se udává nejčastěji hodnota vztažená na kilogram hmotnosti. Od termínu výkon je odvozen i biologický pojem výkonnosti. Je definován jako schopnost jedince podávat výkon v určité činnosti. Výkonnost závisí nejen na zdravotním stavu, ale i na míře adaptace na tuto činnost (trénovanost), nadání, psychologických faktorech (motivace, emoční stabilita, vytrvalost), ale i na vnějších podmínkách (laboratorní podmínky, činnosti předcházející testované zátěži) (Havlíčková a kol., 1999).

Jedinci s mohutně vyvinutými svaly dolních končetin, na rozdíl např. od cyklistů, mívají nízké hodnoty $W_{max.kg^{-1}}$. Je to dáno tím, že jejich svaly nejsou specificky trénované na vytrvalostní zátěž (Vilikus, Brandejský & Novotný 2004). Z toho lze vyvodit, že získané hodnoty neodrážejí úroveň tělesné zdatnosti, ale silové vytrvalostní schopnosti pro zvolený typ zátěže, proto se mohou získané výsledky značně lišit.

Podle literárních zdrojů jsou průměrné hodnoty W_{max} . (sledovaný soubor) při zátěži na bicyklovém ergometru pro muže 18–24 let $4,1 \pm 0,49 W.kg^{-1}$ a pro muže 25–34 let $3,77 \pm 0,45 W.kg^{-1}$. Výsledky měření W_{max} byly v souboru muži v 60% nadprůměrné (Seliger, 1975).

Pro ženy 18–24 let jsou průměrné hodnoty W_{max} $3,15 \pm 0,57 W.kg^{-1}$ a pro ženy 25–34 let $3,18 \pm 0,48 W.kg^{-1}$. Výsledky měření W_{max} byly u souboru ženy v 54,6% nadprůměrné.

Maximální výkon s věkem od puberty lineárně klesá u mužů i žen (Vilikus, Brandejský & Novotný, 2004).

Mnoho odlišných přístupů k zátěžovému testování zabraňuje důsledné interpretaci hemodynamických a ventilačních odpovědí na zátěž. Jedním z nejdůležitějších přístupů je typ zátěžového protokolu. Typ zátěžového protokolu může mít značný vliv na senzitivitu protokolu, ukončení testu, interpretaci ukazatelů výměny dechových plynů a přesnost, se kterou je stanovena spotřeba kyslíku (Myers et al., 1992).

Některé literární zdroje uvádí, že z porovnání odlišných zátěžových protokolů je zřejmé, že na rozdíl od submaximálních hodnot, jsou maximální hodnoty spotřeby kyslíku (VO_{2max}) pouze mírně ovlivněny typem zátěžového protokolu (Lollgen, Dirschedl & Fahrenkrog, 1994).

Mnohé studie (Matthys, Pannier, Taeymans & Verhaaren, 1996, Zhang, Johnson, Chow & Wassermann, 1991) ukázaly, že kardiopulmonální reakce při maximální zátěži byla stejná u stupňovaného a kontinuálně zvyšovaného protokolu. Všechny hodnoty, kromě hodnoty maximální zátěže, jsou reprodukovatelné (Matthys, Pannier, Taeymans & Verhaaren, 1996).

Je nutné připomenout, že hodnoty zvolených parametrů VO_{2max} a W_{max} v submaximálním stupňovaném zátěžovém testu jsou pouze počítačem aproximované na základě reakce tepové frekvence v průběhu zátěže. Pro plnou validitu výsledků, je nutné srovnání s hodnotami dosaženými u stejných probandů při maximálním zátěžovém testu.

Vzhledem k nadprůměrně vysokým hodnotám maximální spotřeby kyslíku můžeme konstatovat, že tělesná zdatnost zpracovávaného souboru je v porovnání s rekreačně sportující populací nadprůměrná. Dosažené výsledky však nelze považovat za normy, protože z technických důvodů měl soubor malý počet probandů. Po dokončení studie v celém rozsahu vyšetřených studentů, který v průběhu vypracovávání diplomové práce dosáhl počtu ($n \geq 2000$), bude možné získané výsledky využít jako norem hodnocení tělesné zdatnosti vybrané populace pro účely Ústavu preventivního a sportovního lékařství v Praze. Někteří probandi byli ze souboru vyřazeni z důvodu pozitivního nálezu na EKG záznamu.

Problematika tělesného složení se stává stále aktuálnější. Tělesné složení je předmětem diskuzí jak v mnoha odborných časopisech, tak i v praxi (Malá, Bunc, Malý & Zemanová, 2008).

Tělesné složení se netýká jenom všeobecné populace se vztahem k výživě, ontogenezi, případně k onemocněním (Punjabi, Sordin, Katzel, Goldberg, Schwarz & Smith, 2002). Je také součástí predikce výkonu a predispozic ve vrcholovém sportu (Andreoli, Melchiorri, Brozzi, DiMarco, Volpe, Garofano & DiDanikele, 2003, Malá, Bunc, Malý & Zemanová, 2008, Melrose, Spaniol & Bohling, 2007).

Je mnoho faktorů, které ovlivňují sportovní výkon jedince. Kromě důležitých pohybových schopností, psychologických charakteristik jedince, výkonnosti a kapacity energetického systému, je pro výkon sportovce důležitý tvar těla a tělesné složení.

Z hlediska antropometrie obecně platí, že ve většině sportovních odvětví je žádoucí nižší zastoupení tuku, vyšší muskulatura a více svalové hmoty, jak uvádí Mercier, Varray, Ramonato, Mercier a Préfaut (1991). Důvodem je, že aktivní tělesná hmota je v užším vztahu ke kardiorespiračním veličinám, jako je maximální spotřeba kyslíku VO_{2max} (Franchini, Nunes, Moraes & Del Vecchio, 2007), minutový srdeční objem, objem cirkulující krve a respirační objem (Pařízková, 1977).

Z těchto vztahů vyplývá důležitost sledování tělesného složení ve sportující i nespportující populaci a srovnávání zvláště tukové složky těla a celkové tělesné vody s vybranými populačními skupinami.

Relativní hmotnost podkožního tuku, která byla vyšetřena bioimpedanční analýzou se pohybovala u mužů od 2,4 % do 20,1 % CTH s průměrnou hodnotou 10,24 % +/- 4,34, u žen od 11,2 % do 32,6 % CTH s průměrnou hodnotou 21,14 % +/- 5,50. V porovnání s referenční skupinou rekreačně sportujících má kontrolní skupina mužů ve 23,9% a žen v 59,1% nadprůměrné hodnoty tělesného tuku. Experimentální skupina ženy vykazuje výrazně vyšší zastoupení tukové složky tělesného složení oproti kontrolní skupině.

V případě, že vyloučíme možnost anomálie týkající se zdravotního stavu probandů a možnost chyby měření, mohou získané výsledky tělesného složení s přihlédnutím k hodnotám kardiorespiračních ukazatelů poukazovat na vyšší trénovanost s vyšším procentuálním zastoupením aktivní tělesné hmoty u mužů.

Při srovnávání hodnot maximální spotřeby kyslíku, maximální zátěže a tělesného složení mezi experimentální a kontrolní skupinou musím poukázat na odlišné zátěžové protokoly a metody získávání dat, které mohou zkreslit závěrečné výstupy a hodnocení.

Dalším z úkolů stanovených v diplomové práci bylo zjištění změn zdravotního stavu, které by mohly zvyšovat rizika a nebezpečí při studiu na vysokých školách zaměřených na tělesnou výchovu a sport.

Ačkoli je fyzická zátěž obecně považována za zdraví prospěšnou, jsou změny spojené s vrcholovým tréninkem často doprovázeny abnormálními nálezy při klinickém a zejména instrumentálním vyšetření. Poměrně běžné jsou změny EKG křivky, která je registrována v rámci preventivních prohlídek, ať už jako klidové, nebo jako zátěžové vyšetření. Znalost změn, které lze považovat ještě za fyziologické, a které již naopak evokují nebezpečné vrozené nebo získané patologické stavy, je velmi důležitá, neboť frekvence náhlých úmrtí u sportovců není zanedbatelná. Přitom řadě

z nich by bylo možno předejít pečlivě vedeným preventivním programem (Aschermann, 2004).

Existenci odchylek srdeční aktivity od fyziologického nálezu zobrazuje tabulka 7. Elektrokardiografický záznam vyhodnotil změnu odchylky od normálního nálezu ve smyslu bradykardie srdeční činnosti, inkompletního bloku pravého Tawarova raménka (IBPTR), Wolffova-Parkinsonova-Whiteova syndromu (WPW), levého předního hemibloku (LAH), Lownova–Ganongova–Levineova syndromu (LGL syndrom), deviace srdeční osy doprava nebo doleva, komorové extrasystoly (KES), hypertrofie levé komory, hypertrofie pravé komory a systolického šelestu.

Změny struktury levé komory u studentů - sportovců závisí nepochybně na objemu tréninku, se stupněm celkové trénovanosti však příliš nekorelují. Není výjimkou, že je lze prokázat u sportovců již na amatérské úrovni, zatímco u některých vrcholových profesionálů mohou být zcela minimální. Daleko větší význam pro typ remodelace levé komory má převažující typ vykonávané zátěže (Pluim, Zwinderman & Van Der Laarse, 1999).

Hypertrofie levé komory u sportovců je označována za fyziologickou. Na rozdíl od hypertrofie způsobené patologickou tlakovou zátěží (např. u nemocných s arteriální hypertenzí nebo aortální stenózou) nebo objemovou zátěží (při regurgitačních chlopenních vadách či hypervolemické cirkulaci) není u sportovců vyjádřena porucha plnění, která je časnou a typickou známkou patologické hypertrofie. Diastolická funkce je konstantně v mezích normy, a to bez ohledu na vykonávaný sport a typ hypertrofie (Oakley, 2001).

U sportovců jsou běžně prokazatelné EKG změny srdečního rytmu, vedení a depolarizace. Většina z nich je spojena se zvýšením vagového napětí a snížením sympatické nervové stimulace srdce a s přítomností hypertrofie LK. Odchylky v EKG nálezu jsou u sportovců častým zdrojem diagnostických rozpaků (Aschermann, 2004).

Většina z nich je spojena se zvýšením vagového napětí a snížením sympatické nervové stimulace srdce a s přítomností hypertrofie LK (Aschermann, 2004).

U 40 % sportovců klidové EKG vyšetření ukázalo změny pravděpodobně spojené s intenzivním fyzickým tréninkem. Abnormální EKG bez zjevného morfologického a funkčního onemocnění bylo častější u mladších mužů vykonávajících vytrvalostní sporty (cyklistiku, běh na lyžích, veslování/kanoistiku). Hlavní morfologické abnormality, které byly podkladem EKG změn, zahrnovaly mitrální prolaps nebo vrozené vady typu bikuspidální aortální chlopně, septálních

defektů a pulmonální stenózy. Méně častými příčinami byly hypertrofická nebo dilatační kardiomyopatie, myokarditida a Wolfův-Parkinsonův-Whiteův (WPW) syndrom (Aschermann, 2004).

U sportovců je běžná klidová bradykardie, často pod 40 tepů za minutu a v ojedinělých případech až kolem 25 za minutu. Velmi častým nálezem (popisovaným až u 20 % sportovců s jinak normálním EKG) je inkompletní blokáda pravého raménka Tawarova, jak uvádí Oakley (2001).

Vůbec nejčastější změnou je přítom syndrom časně depolarizace, který je u sportovců běžný (byl přítomen u 89 % sportovců, ale také u 36 % netrénovaných zdravých kontrolních jedinců) (Bianco, Bria, Gianfelici et al., 2001).

U některých sportujících jedinců lze kromě výše uvedené bradykardie, depolarizačních změn a poruch vedení prokázat i poměrně komplexní komorové arytmie. Biffi aj. popsali soubor 355 sportovců, z nichž u více než 94 % zachytili během holterovského monitorování vedle četných komorových extrasystol také běhy nesetrválé komorové tachykardie (Biffi, Pelliccia, Verdile et al., 2002).

Nález aberantního EKG má u sportovců zpravidla benigní povahu. Nejméně u třetiny z nich můžeme očekávat nějakou strukturální abnormalitu, ta je však klinicky závažná jen v malém procentu. Přesto by měl takový nález vést k echokardiografickému vyšetření, popřípadě k doplnění dalších zobrazovacích metod jako například MR nebo dokonce koronární angiografie. Hlavním cílem je vyloučit některou z patologií, která by mohla být potencionální příčinou náhlého úmrtí (Aschermann, 2004).

Měření krevního tlaku v klidu při tělovýchovně lékařské prohlídce umožňuje včasné poznání latentní hypertenze. Dle Plachety, Siegelové, Šteifa a kol. (1999) referenční hodnoty systolického a diastolického krevního tlaku v mmHg změřené v klidu nepřímou metodou pro populaci dospělých jsou pro normální reakci $TK_{syst} \leq 139$ a $TK_{diast} \leq 89$, pro hraniční reakci $TK_{syst} 140 - 159$ a $TK_{diast} 90 - 94$, pro patologickou reakci $TK_{syst} \geq 160$ a $TK_{diast} \geq 95$.

U 4 probandů muži byl zjištěn klidový krevní tlak nad 139/89 mm Hg. U 1 probanda ženy byl zjištěn klidový krevní tlak nad 139/89 mm Hg, u 1 probanda této experimentální skupiny byl zjištěn klidový systolický krevní tlak nad 159 mm Hg. Zvýšené hodnoty TK mohly být signálem latentní hypertenze, ale mohly být také způsobeny úzkostí z vyšetření – sy bílého pláště, a proto bylo dotyčným doporučeno kontrolní vyšetření krevního tlaku.

V rámci Systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí, který funguje v České republice od roku 1994, probíhá také sledování výskytu alergických onemocnění u dětí a dospívajících. Toto sledování je organizováno Státním zdravotním ústavem (SZÚ) ve spolupráci s hygienickými stanicemi České republiky a praktickými lékaři. Systém monitorování umožňuje pravidelně zaznamenávat změny životního prostředí, životního stylu a vývoje alergických onemocnění.

Lze se domnívat, že se narůstající počet osob s alergickým onemocněním v běžné populaci projeví negativně v nárůstu těchto onemocnění a pravidelného nebo nárazového užívání antihistaminických farmak také mezi pravidelně sportující populací.

Působením alergenů je vyvolána alergická senzibilizace u rizikových jedinců. Nejčastěji prokázaným alergenem (kožním testem) byly pyly trav (pozitivita kožního testu u 33,6 % alergiků), a další rostlinné alergeny - pyl břízy (24,2 %) a plevelů (21,9 %). Alergie na roztoče byla prokázána u 23,7 % alergiků, následovaly alergeny prachu a plísně (Kratěnová, Kotlík, Mikešová, Pejřil, Veselská & Vrbíková, 2007). Nejčastějším onemocněním je alergická rýma pylová a atopický ekzém. Obě tyto diagnózy činily přes 50% všech diagnostikovaných alergických onemocnění. Vyšší počet alergických onemocnění je zjišťován u dětí v pubertálním věku a u dospívajících, než u předškolních dětí. Výsledky ukazují na nárůst počtu alergií ve srovnání s předchozím šetřením v roce 2001 ve všech věkových skupinách (Kratěnová, Kotlík, Mikešová, Pejřil, Veselská & Vrbíková, 2007). Dosavadní studie realizované v rámci monitoringu umožňují srovnat výskyt alergických onemocnění v průběhu 10 let. Zatímco v roce 1996 byla celková prevalence alergických onemocnění 16,9 % v populaci, v roce 2001 to bylo 24,7 %, roce 2006 byl výskyt alergie 31,8 % v populaci dospívajících. V průřezové studii bylo z celkového počtu 32% alergiků - 33% chlapců a 31% dívek. Rozdíly mezi jednotlivými roky šetření jsou statisticky významné. Ke zvýšení výskytu alergických onemocnění (lékařem potvrzené alergie) došlo ve všech věkových skupinách a u všech sledovaných diagnóz (Kratěnová, Kotlík, Mikešová, Pejřil, Veselská & Vrbíková, 2007). Je však třeba uvést, že studie nebyla zaměřena na detailnější výzkum vlivu životního prostředí na rozvoj onemocnění, přítomnost větší dopravní komunikace nebo jiného zdroje znečištění ovzduší. Uváděné vztahy popisují pouze souvislost onemocnění se současným nebo dřívějším stavem ovzduší. Nebyla

podrobně zkoumána časová souslednost a nelze tedy vyvozovat kauzální vztahy (Kratěnová, Kotlík, Mikešová, Pejřil, Veselská & Vrbíková, 2007).

Anamnestické údaje odebrané při sportovně tělovýchovné prohlídce od probandů experimentálních skupin muži a ženy je možné porovnávat se závěry průřezové studie (Kratěnová, Kotlík, Mikešová, Pejřil, Veselská & Vrbíková, 2007) alergických onemocnění v dané populaci. Výsledky pro všechny kontrolní skupiny jsou uvedeny v tabulce č.26.

V kontrolní skupině muži (n = 50) bylo zaznamenáno 16 pozitivních nálezů (32% incidence v souboru) na alergická onemocnění různého typu.

V kontrolní skupině ženy (n = 47) bylo zaznamenáno 13 pozitivních nálezů (27,7% incidence v souboru) na alergická onemocnění různého typu.

Výskyt alergických onemocnění u studentů (muži) Fakulty tělesné výchovy a sportu v Praze, kteří absolvovali tělovýchovně lékařskou prohlídku v Ústavu preventivního a sportovního lékařství v Praze koreluje (-0,4%) s výsledky průřezové studie v rámci Systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva České republiky. Výskyt onemocnění u studentů (ženy) je menší (-3,6%) než uvádí průřezová studie.

Závěrem diskuze je nutné zmínit problematiku získávání dat, jejich validitu a možnosti komparace s daty, která pocházejí z literárních zdrojů.

Informace, hodnoty a parametry získané v průběhu lékařské preventivní prohlídky jsou zaznamenávány do klinické dokumentace, kde ve vzájemné konfrontaci tvoří celek, jehož smyslem je efektivní výstup. Tímto výstupem by mělo být zhodnocení zdravotního stavu vyšetřovaného ve vztahu k zátěžovým fyzickým aktivitám, které vypovídá o efektivitě současné i předchozí tělesné zátěže.

Zároveň by tato dokumentace měla splňovat kritéria pro komunikaci mezi jednotlivými odborníky (lékař, fyzioterapeut) a umožňovat porovnávání získaných výsledků a informací v delším časovém horizontu. Aby dokumentace splňovala tato kritéria, musí mít jednotnou formu, musí být stanovena jasná pravidla pro její vedení a užívání (předávání, sdílení). Při zpracovávání materiálu pro diplomovou práci jsem narazil na nejednotnost v zaznamenávání získaných údajů, eventuálně jejich odlišnou interpretaci, která je patrně dána odlišným vzděláním, nejasnou obsahovou strukturou a je tudíž zatížena velkou mírou subjektivity. Jedná se především o část dokumentace, která je věnována pohybovému systému – kineziologické vyšetření, kde je výsledek hodnocení závislý na osobě vyšetřujícího - odkázaného na své znalosti a zkušenosti, protože hodnocení pohybového systému je instrumentálně náročné a časově i finančně

nákladné. Z výše uvedených důvodů jsem ve své práci nemohl zobecnit a porovnat získané výsledky kardiopiračních funkcí, antropometrických hodnot a kineziologického vyšetření s ohledem na jejich vzájemný vliv na úroveň zdatnosti či tělesného rozvoje.

Pokud pracoviště, které provádí preventivně tělovýchovné prohlídky, chce vést kvalitní a účelnou dokumentaci, musí zpracovat všechny potřebné formuláře, které se budou jednotně používat. Ze všech těchto důvodů je nezbytné, aby klinická dokumentace měla určitou úroveň, kvalitu, formu. Mezi nejdůležitější charakteristiky patří objektivnost, systematičnost a stručnost. Měřitelnost, porovnatelnost, přesnost a aktuálnost údajů řadíme rovněž mezi výsady kvalitní dokumentace.

Otázka validity a možnosti komparace našich dat s daty, která pocházejí z literárních zdrojů je složitá. Za věrohodné lze považovat pouze normy z identického nebo velmi podobného zátěžového protokolu a vzhledem k pokračující dlouhodobé akceleraci i normy nepříliš staré. Přitom poslední laboratorní normy kardiopiračních parametrů založené na jediné laboratoři a identickém zátěžovém protokolu jsou u nás již jednu generaci staré. Dnes by jistě bylo záhodno změřit znovu zátěžové normy všech kardiopiračních parametrů jednotlivých skupin populace znovu vzhledem k dlouhodobé akceleraci i socioekonomickým změnám (Radvanský, 1998).

7 ZÁVĚRY

Hlavním cílem práce bylo porovnat tělesnou zdatnost, výkonnost a tělesné složení zdravé populace studentů (mužů a žen) Fakulty tělesné výchovy a sportu UK v Praze pomocí jednorázového zátěžového vyšetření na bicyklovém ergometru, spirometrií a bioimpedanční analýzou s kontrolní skupinou - populací rekreačně sportujících jedinců. Na základě prezentovaných výsledků lze vyvodit, že tělesná zdatnost zdravých mužů a žen ve věku 18–34 let je v porovnání s normami pro rekreačně sportující jedince nadprůměrná.

Při hodnocení tělesné zdatnosti jsme vycházeli z naměřených hodnot maximální spotřeby kyslíku VO_{2max} . Probandi nedosáhli metabolického maxima (maximální hodnoty byly aproximované), ale na základě získaných výsledků lze usoudit, že 80% souboru muži má nadprůměrnou zdatnost a 20 % souboru muži má nízkou zdatnost. Vyjádřeno v SDS skóre je průměr skupiny $1,66 \pm 1,71$ směrodatné odchylky nad populačním průměrem zdravých vrstevníků kontrolní skupiny – rekreačních sportovců, medián 1,73 SD nad populačním průměrem, rozsah $-2,1$ až $+ 5,5$ SD normy. 9% souboru (rozsah nad $+4$ SD normy) má současnou úroveň zdatnosti vhodnou pro provozování závodního sportu s vytrvalostní složkou. V souboru ženy má 56,7% nadprůměrnou zdatnost, 5,4% průměrnou, 35,1 % nízkou zdatnost a 2,8% vysoce nadprůměrnou hodnotu VO_{2max} s vynikající tělesnou zdatností pro závodní sport s vytrvalostní složkou. Vyjádřeno v SDS skóre je průměr skupiny $0,7 \pm 1,75$ směrodatné odchylky nad populačním průměrem zdravých vrstevníků kontrolní skupiny – rekreačních sportovců, medián 0,57 SD nad populačním průměrem, rozsah $- 2,26$ až $+7$ SD normy. Průměrné hodnoty W_{max} . referenčního souboru-rekreační sportovci při zátěži na bicyklovém ergometru jsou pro muže 18–24 let $4,1 \pm 0,49$ W.kg-1 a pro muže 25–34 let $3,77 \pm 0,45$ W.kg-1, pro ženy 18–24 let jsou průměrné hodnoty W_{max} $3,15 \pm 0,57$ W.kg-1 a pro ženy 25–34 let $3,18 \pm 0,48$ W.kg-1. Výsledky měření W_{max} byly v souboru muži v 60 % nadprůměrné, v souboru ženy v 54,6 % nadprůměrné. Relativní hmotnost podkožního tuku, která byla vyšetřena bioimpedanční analýzou se pohybovala u mužů od 2,4% do 20,1 % CTH s průměrnou hodnotou $10,24 \pm 4,34$, u žen od 11,2 % do 32,6 % CTH s průměrnou hodnotou $21,14 \pm 5,50$. V porovnání s kontrolní skupinou rekreačně sportujících má experimentální skupina mužů ve 23,9 % a žen v 59,1 % nadprůměrné hodnoty tělesného tuku.

Dalším cílem této práce bylo zaznamenat četnost a charakter výskytu abnormální křivky elektrokardio-záznamu, eventuelně odhalit výskyt latentních srdečních vad, odchylek srdeční aktivity a hypertenzní reakce od fyziologického nálezu v experimentální skupině. Abnormální nález EKG křivky byl zaznamenán v experimentálních skupině muži a ženy u 6 probandů. Zvýšené hodnoty nad hranici (139/89 mmHg) TK byly naměřeny u 12 probandů experimentálních skupin. Zvýšené hodnoty TK mohly být signálem latentní hypertenze, ale mohly být také způsobeny úzkostí z vyšetření – sy bílého pláště, a proto bylo dotyčným doporučeno kontrolní vyšetření krevního tlaku. Abnormální nález EKG křivky vedl k indikaci echokardiografického vyšetření.

Dílčím úkolem bylo zaznamenat podle anamnestických údajů četnost výskytu alergických onemocnění u experimentálních skupin. Na základě alergické anamnézy odebrané při sportovně tělovýchovné prohlídce od probandů experimentálních skupin muži a ženy vznikl záznam výskytu alergických onemocnění. Výskyt alergických onemocnění u experimentální skupiny muži koreluje (-0,4%) s výsledky průřezové studie v rámci Systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva České republiky. Výskyt onemocnění u experimentální skupiny ženy je menší (-3,6%) než uvádí průřezová studie.

8 SOUHRN

Cílem diplomové práce bylo testování tělesné zdatnosti, výkonnosti, tělesného složení, a také vyšetření kardiorespiračních funkcí.

Pro testování byla vybrána skupina studentů (mužů i žen) Fakulty tělesné výchovy a sportu UK v Praze ve věku 18–34 let. Výzkumný soubor byl rozdělen do 2 experimentálních skupin, které tvořilo celkem 95 osob (z toho 50 mužů a 45 žen). Všichni jedinci vybraného souboru byli vyšetřeni zátěží na bicyklovém ergometru pomocí stupňovaného zátěžového testu, kapesním respirometrem a bioimpedanční analýzou. Dosažená úroveň tělesné zdatnosti, která je v zátěžovém protokolu reprezentována hodnotami parametrů maximální spotřeby kyslíku (VO_{2max}) a relativní maximální zátěže (PWC_{max}), je v této studii komparována s výsledky, které dosáhla populace rekreačně sportujících jedinců v celostátním výzkumu fyzické zdatnosti obyvatelstva v Československu v letech 1965 – 1975.

Na základě získaných výsledků můžeme tvrdit, že tělesná zdatnost a výkonnost studentů Fakulty tělesné výchovy a sportu v Praze je v porovnání s normami pro rekreačně sportující jedince statisticky nadprůměrná.

Dalším cílem studie bylo zaznamenání výskytu nefyziologické křivky srdeční bioelektrické aktivity a hypertenzní reakce u stejné skupiny probandů. Prostřednictvím elektrokardiografického záznamu na EKG přístroji a rtuťového tonometru byly získány křivky srdeční aktivity a hodnoty klidového tlaku krve. Ačkoli je fyzická zátěž obecně považována za zdraví prospěšnou, jsou změny spojené se sportovním tréninkem často doprovázeny abnormálními nálezy při klinickém a zejména instrumentálním vyšetření. Znalost změn, které lze považovat ještě za fyziologické, a které již naopak evokují nebezpečné vrozené nebo získané patologické stavy, je velmi důležitá, neboť frekvence náhlých úmrtí u sportovců není zanedbatelná.

Informace, hodnoty a parametry získané v průběhu lékařské preventivní prohlídky jsou zaznamenávány do klinické dokumentace, kde ve vzájemné konfrontaci tvoří celek, jehož smyslem je efektivní výstup. Tímto výstupem by mělo být zhodnocení zdravotního stavu vyšetřovaného ve vztahu k zátěžovým fyzickým aktivitám, které vypovídá o efektivitě současné i předchozí tělesné zátěže.

9 SUMMARY

The aim of this Master's thesis was to test physical fitness, performance and physical composition as well as to examine cardiorespiratory function.

A group of students (both male and female) of the Faculty of Physical Education and Sport, Charles University in Prague, at the age of 18–34 years was selected for the tests. The research cohort was split into 2 experimental groups comprising a total of 95 individuals (50 males and 45 females). All members of the selected cohort were examined with physical work on a bicycle ergometer using a graded exercise test, a pocket spirometer and bioimpedance analysis. In our study, the achieved level of physical fitness, represented by the values of the maximal oxygen uptake (VO_{2max}) and relative maximal physical work capacity (PWC_{max}) parameters in the exercise workload protocol is compared with results achieved by the population of individuals playing sports for recreation within a national survey of physical fitness in the population of Czechoslovakia in 1965–1975.

Based on the results obtained we can state that the physical fitness and performance of students at the Faculty of Physical Education and Sport in Prague is statistically above average in comparison with standards for individuals playing sports for recreation.

Another aim of this work was to record the incidence of a non-physiological curve of the heart's bioelectrical activity and a hypertensive reaction in the same group of probands. Using electrocardiographic recording in an ECG device and a mercury tonometer, the heart's activity curves and resting blood pressure values were obtained. Although physical work in general is regarded as health-promoting, changes related to sports training are frequently accompanied by abnormal findings during clinical and especially instrumental examination. The knowledge of changes which can still be regarded as physiological and those which, on the contrary, are already evocative of dangerous congenital or acquired pathological conditions is very important, since the frequency of sudden deaths in sportsmen is not negligible.

Information, values and parameters collected during a preventive medical check-up are recorded in the clinical documentation where, in mutual confrontation, they make up a whole whose purpose is to provide an effective output. This output should be an assessment of the health status of the person examined in relation to physical work activities, testifying to the efficiency of current as well as previous physical work.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Andreoli, A., Melchiorri, G., Brozzi, M., DiMarco, A., Volpe, Sl., Garofano, P. & DiDanikele, N. (2003). *Effect of different sports on body cell mass in highly trained athletes*. Acta Diabetol 40, Springer Verlag, 122-125.
- Aschermann, M. (2004). *Kardiologie*. Praha: Galén.
- Bianco, M., Bria, S., Gianfelici, N. et al. (2001). *Does early repolarization in the athlete have analogies with the Brugada syndrome*. Eur Heart J, 22, 504 – 510.
- Biffi, A., Pelliccia, A., Verdile, L. et al. (2002). *Long-term clinical significance of frequent and complex ventricular tachyarrhythmias in trained athletes*. J Am Coll Cardiol, 40, 446 – 452.
- Bunc, V., Hofmann, P., Leitner, H. & Gaisl, G. (1993). *Individual anaerobic threshold and maximal steady state*. Medicina Sportiva Bohemica and Slovaca, 2(4), 125 – 130.
- Franchini, E., Nunes, AV., Moraes, JM. & Del Vecchio, FB. (2007). *Physical fitness and anthropometrical profile of the Brazilian male judo team*. J. Physiol. Anthropol., 26, 59-67.
- Fric, J., Boldt, F., Stoboy, H., Meller, W., Feldt, F. & Drygas, W. (1988). *Reproducibility of Post-Exercise Lactate and Anaerobic Threshold*. J. Sports Med., 9, 310 – 312.
- Froelicher, V. F. (1994) *Manual of exercise testing*. St. Louis: Mosby-Year Book.
- Gross J. M., Fetto J. & Rosen E. (2005). *Vyšetření pohybového aparátu*. (2nd. ed.). Praha: Triton.
- Haladová, E. (2004). *Léčebná tělesná výchova*. Brno: NCONZO.
- Haladová, E. & Nechvátalová, L. (2003). *Vyšetřovací metody hybného systému*. Brno: NCONZO.
- Havlíčková, L. a kol. (1999). *Fyziologie tělesné zátěže I*. Praha: Karolinum.
- Heller, J. a kol. (1991). *Anaerobní zátěžové „all-out“ testy: Volba typu a doby trvání zátěže*. Časopis Lékařů Českých, 13(6), 164 – 168.
- Hildick-Smith, DJR. & Shapiro, LM. (2001). *Echocardiografic differentiation of pathological and physiological left ventricular hypertrophy*. Heart, 85, 615 – 619.
- Chaloupka, V., Elbl, L. a kol. (2003) *Zátěžové metody v kardiologii*. Praha: Grada.
- Kolář, P. et al. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén.

-
- Kolisko, P. a kol. (2005). *Hodnocení tvaru a funkce páteře s využitím diagnostického systému DTP-1,2*. Olomouc: UP Palackého.
- Kratěnová, J., Kotlík, B., Mikešová, M., Pejřil, P., Veselská, H. & Vrbíková, V. (2007). *Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí. Subsystem I. Zdravotní důsledky a rizika znečištění prostředí*. Praha: Státní zdravotní ústav. Retrieved 28.11.2011 from <http://www.szu.cz/tema/prevence/alergicka-onemocneni-v-detske-populaci-v-cr>
- Kváča, P., Radvanský, J. & Čermák, M. (1998). *Určení anaerobního prahu ze spiroergometrických parametrů. Metoda pro počítačové zpracování*. *Medicina Sportiva Bohemica and Slovaca*, 1(7), 14 – 19.
- Lollgen, H., Dirschedl, P. & Fahrenkrog, U. (1994). *Exercise tests in spirometry*. *Acta Cardiol*, 3, 43 – 50.
- Máček, M. & Vávra, J. (1998). *Fyziologie a patofyziologie tělesné zátěže*. Praha: Avicenum.
- Malá, L., Bunc, V., Malý, T. & Zemanová, L. (2008). *Aktuálne telesné zloženie vrcholových seniorských judistov*. *Česká kinantropologie*, 12(3), 85-93.
- Matthys, D., Pannier, J. L., Taeymans, Y. & Verhaaren, H. (1996). *Cardiorespiratory variables during a continuous ramp exercise protocol in normal young adults*. *Acta Cardiol*, 51(5), 451 – 459.
- Melrose, Dr., Spaniol, FJ. & Bohling, ME. (2007). *Physiological and performance characteristics of adolescent Club Volleyball Players*. *Journal of strength and conditioning research: the research journal of the NSCA*, 21(2), 481-486.
- Mercier, R., Varray, A., Ramonato, Mercier, B. & Préfaut, C. (1991). *Influence of anthropometric characteristics of changes on maximal exercise ventilation and breathing pattern during growth in boys*. *European Journal of Applied Physiology*, 63, 235-241.
- Myers, J. et al. (1992) *Individualized ramp treadmill. Observations on a new protocol*. *Chest*, 5, 236 – 241.
- Oakley, D. (2001). *The athlete's heart*. *Heart*, 86, 722 - 726.
- Pacovský, V. (1993). *Vnitřní lékařství*. Praha: Osveta- Avicenum.
- Pařízková, J. (1977). *Body fat and physical fitness*. Hague: Nijhoff.
- Pelliccia, A.; Maron, BJ.; Cullaso, F. et al. (2000). *Clinical significance of abnormal electrocardiographic patterns in trained athletes*. *Circulation*, 102, 278 – 284.

-
- Placheta Z., Siegelová, J., Šteifa, M. a kol.(1999). *Zátěžová diagnostika v ambulanci a klinické praxi*. Praha: Grada.
- Placheta, Z. a kol. (1996) *Zátěžová funkční diagnostika a preskripce pohybové léčby ve vnitřním lékařství*. Brno: Masarykova univerzita.
- Pluim, BM.; Zwinderman, AH. & Van Der Laarse, A. (1999). *The athlete's heart: a meta-analysis of cardiac structure and function*. *Circulation*. 100, 336 – 344.
- Pool, D. C. & Richardson, R. S. (1997). *Determinants of Oxygen Uptake. Implications for Exercise Testing*. *Sports Med.*, 24, 308 – 320.
- Punjabi, Mn., Sordin, Jd., Katzel, Li., Goldberg, Ap., Schwarz, Ar. & Smith, Lp. (2002). *Sleep- disordered breathing and insulin resistance in middle-aged and overweight*. *Men. Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 165(5), 677-682.
- Radvanský, J. (1998). *Zátěžové testování dětí a adolescentů s vrozenými srdečními vadami*. Habilitační práce. Universita Karlova, Fakulta tělovýchovného lékařství, Praha. Retrieved 16. 11. 2011 from <http://ktl.lf2.cuni.cz/text/radhab/radhab.html>
- Roitman, J. L. et al. (1998). *ACSM'S Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Maryland USA: ACSM.
- Seliger, V. (1975). *Metody a výsledky celostátního výzkumu fyzické zdatnosti obyvatelstva II. Číselné výsledky*. Praha: Universita Karlova.
- Silbernagl, S. & Despopoulos, A. (1993). *Atlas fyziologie člověka*. Praha: Grada Avicenum.
- Tanner, C. S., Heise, CH. T. & Barber, G. (1991). *Correlation of Physiologic Parameters of Continual Ramp Versus an Incremental James Exercise Protocol in Normal Children*. *The American Journal of Cardiology*, 67, 309 – 312.
- Véle, F. (2006). *Kineziologie*. Praha: Triton.
- Vilikus, Z., Brandejský, P., & Novotný, V. (2004). *Tělovýchovné lékařství*. Praha: Karolinum.
- Vokurka, M. & Hugo, J. (1998) *Praktický slovník medicíny*: Maxdorf.
- Wasserman, K., Hansen, J. E., Sue, D. Y. & Whipp, B. J. (1987). *Principles of Exercise Testing and Interpretation*. Philadelphia: Lea and Febiger.
- Widimský, J. (2008). *Hypertenze*. (3th ed.). Praha: Triton.
- Zhang, Y. Y., Johnson, M. C., Chow, N. & Wassermann, K. (1991). *Effect of exercise testing protocol on parameters of aerobic function*. *Med Sci Sports Exerc*, 23(5), 625 – 630.

11 SEZNAM PŘÍLOH

1. Tělesná zdatnost hodnocená podle parametrů maximální spotřeby kyslíku VO₂ max (muži)
2. Tělesná zdatnost hodnocená podle parametrů maximální spotřeby kyslíku VO₂ max (ženy)



Příloha 1.

Tabulka 12. Tělesná zdatnost hodnocená podle parametrů maximální spotřeby kyslíku VO₂ max (muži)

n=50	VO ₂ max./kg	Z skóre
1.	38	-0,97
2.	56	1,89
3.	36	-0,48
4.	67	3,64
5.	61	2,68
6.	48	0,62
7.	57	2,86
8.	41	0,32
9.	x	x
10.	55	1,73
11.	x	x
12.	31	-2,08
13.	52	1,25
14.	70	4,11
15.	45	0,95
16.	79	5,54
17.	x	x
18.	x	x
19.	59	2,37
20.	x	x
21.	49	0,78
22.	x	x
23.	x	x
24.	x	x
25.	x	x
26.	x	x
27.	x	x
28.	x	x
29.	x	x
30.	42	-0,33
31.	54	1,57
32.	57	2,05
33.	x	x
34.	38	-0,97
35.	x	x
36.	54	1,57
37.	67	3,64
38.	43	-0,18
39.	54	1,57
40.	54	2,38
41.	64	3,16

42.	68	3,79
43.	36	-0,48
44.	57	2,05
45.	63	3,00
46.	46	0,30
47.	69	4,76
48.	56	1,89
49.	59	2,37
50.	49	0,78

Vysvětlivky: x – číselná hodnota sledovaného parametru nebyla získána pro přerušení zátěžového testu ze zdravotních či jiných důvodů.

Příloha 2.

Tabulka 13. Tělesná zdatnost hodnocená podle parametrů maximální spotřeby kyslíku VO₂ max (ženy)

n=47	VO ₂ max./kg	Z skóre
1.	35	0,00
2.	42	1,32
3.	42	1,32
4.	x	x
5.	23	-2,26
6.	34	-0,19
7.	25	-1,89
8.	38	0,57
9.	44	1,70
10.	x	x
11.	39	0,76
12.	34	-0,19
13.	35	0,00
14.	36	0,19
15.	40	0,94
16.	x	x
17.	49	2,64
18.	37	0,38
19.	x	x
20.	42	1,83
21.	x	x
22.	29	-1,13
23.	30	-0,67
24.	x	x
25.	30	-0,67
26.	49	2,64
27.	34	-0,19
28.	45	2,46
29.	x	x
30.	x	x
31.	x	x
32.	33	-0,38
33.	38	0,57
34.	40	1,42
35.	45	1,89
36.	x	x
37.	28	-1,32
38.	25	-1,89
39.	38	0,57
40.	54	3,59
41.	32	-0,25
42.	67	7,04

43.	27	-1,51
44.	39	0,76
45.	44	2,25
46.	46	2,08
47.	41	1,63

Vysvětlivky: x – číselná hodnota sledovaného parametru nebyla získána pro přerušení zátěžového testu ze zdravotních či jiných důvodů.