

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2023

čet. Tomáš Gacek

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Katedra vojenské tělovýchovy

**Porovnání tělesné kompozice a fyzické úrovně studentů
Vojenského oboru při FTVS UK na začátku a na konci studia**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. Libor Sovák

Vypracoval:

čet. Tomáš Gacek

Praha, 2023

Prohlašuji, že jsem závěrečnou bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne:

.....

podpis diplomanta

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval především vedoucímu Mgr. Liborovi Sovákovi a konzultantovi npor. Mgr. Janu Malečkovi mé bakalářské práce, za ochotu, trpělivost a v neposlední řadě za všechny cenné rady a zkušenosti, které se mnou sdíleli a díky kterým jsem byl schopen tuto práci dokončit.

Abstrakt

Název: Porovnání tělesné kompozice a fyzické úrovně studentů Vojenského oboru při FTVS UK na začátku a na konci studia.

Cíl práce: Zhodnotit výsledky z měření příslušníků VO FTVS UK na CASRI, k jakým změnám došlo z hlediska jejich fyzické úrovně a složení kompozice těla na začátku a na konci studia.

Metoda: Párovým t-testem byla analyzována data příslušníků VO FTVS, kteří úspěšně absolvovali prezenční studium bakalářské i magisterské. Jednalo se o data 8 mužů (věk $24,3 \pm 1,5$; váha v kg $79,3 \pm 6,1$; výška v cm $179,5 \pm 5,8$) a 1 ženy (věk 24; váha v kg 66,9; výška v cm 171) z měření na CASRI, kde se testovala fyzická úroveň na schodovitém testu (na běžeckém pásu) a tělesná kompozice na přístroji TANITA MC-780.

Výsledky: V rámci analýzy dat párovým t-testem byl potvrzen statisticky významný rozdíl v nárůstu svalové hmoty (průměrný rozdíl=3,14 kg; $p=0,0007$) na konci studia. Naopak v průběhu schodovitého testu nebyl nalezen statisticky významný rozdíl ve výsledných tepových frekvencích (průměrný rozdíl=0,58; $p=0,9394$) ani hladiny laktátu (průměrný rozdíl=0,66; $p=0,1639$). Na základě tohoto měření lze konstatovat, že na konci studia nedošlo ke statisticky významnému zhoršení fyzické úrovně při schodovitém testu, ale došlo k nárůstu svalové hmoty u příslušníků VO FTVS UK .

Klíčová slova: laktát, schodovitý test, tělesná kompozice, vytrvalost, výkon

Abstract

Title: Comparison of body composition and physical level of students of the Military Branch at FTVS UK at the beginning and at the end of their studies.

Objective: To evaluate the results from the measurements of the members of the VO FTVS UK at CASRI, what changes occurred in terms of their physical performance and body composition in the beginning and in the end of their studies.

Method: Paired t-test was used to analyze the data of members of the VO FTVS UK who successfully completed full-time undergraduate and graduate studies. These were data from 8 males (age $24,3 \pm 1,5$; weight in kg $79,3 \pm 6,1$; height in cm $179,5 \pm 5,8$) and 1 female (age 24; weight in kg 66,9; height in cm 171) from measurements at CASRI, which tested physical level on a stepwise test (on a treadmill) and body composition on the TANITA MC-780.

Results: Paired t-test analysis of the data confirmed a statistically significant difference in muscle mass gain (mean difference=3,14 kg; $p=0,0007$) at the end of the study. On the other hand, during the stepwise test, there was no statistically significant difference in final heart rate (mean difference=0,58; $p=0,9394$) or lactate levels (mean difference=0,66; $p=0,1639$). Based on this measurement, it can be concluded that there was no statistically significant deterioration in physical level at the end of the study in the stepwise test, but there was an increase in muscle mass in the members of the VO FTVS UK .

Key words: lactate, stepwise test, body composition, endurance, performance

Obsah

1	ÚVOD.....	10
2	TEORETICKÁ ČÁST	11
2.1	Vojenský obor při fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy.....	11
2.2	Fakulta tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy	12
2.3	Tělesná kompozice	13
2.4	Modely měření tělesné kompozice	14
2.4.1	2 kompartmentový model	14
2.4.2	3 kompartmentový model	14
2.4.3	4 kompartmentový model	15
2.4.4	Multikompartmentové modely	15
2.5	Metody měření tělesné kompozice	15
2.6	Terénní metody měření tělesné kompozice	16
2.6.1	Body mass index.....	16
2.6.2	Obvod pasu	16
2.6.3	Poměr obvodu pasu a boků.....	16
2.6.4	Měření kožních řas.....	17
2.6.5	Bioelektrická impedanční analýza	17
2.7	Laboratorní metody měření tělesné kompozice	18
2.7.1	Hydrodenzitometrie	18
2.7.2	Pletysmografie	18
2.7.3	Dvouenergiová rentgenová absorpciometrie	19
2.7.4	Magnetická rezonance	19
2.7.5	Výpočetní tomografie	19
2.8	Přístroj TANITA MC-780.....	20

2.9	Schopnosti	21
2.9.1	Motorické schopnosti.....	21
2.9.2	Silové schopnosti	21
2.9.3	Rychlostní schopnosti	21
2.10	Výtrvalostní schopnosti	21
2.10.1	Členění vytrvalostních schopností	22
2.10.2	Rozvoj vytrvalostních schopností.....	22
2.10.3	Měření vytrvalostních schopností.....	23
2.10.4	Schodovitý test vědeckého a servisního pracoviště.....	24
2.11	Laktát.....	25
2.11.1	Historie.....	25
2.11.2	Vznik.....	26
2.11.3	Využití.....	26
2.11.4	Anaerobní práh	26
3	PRAKTICKÁ ČÁST	27
3.1.1	Výběr probandů	27
3.1.2	Cíle a hypotézy	27
3.1.3	Sběr dat	27
3.1.4	Analýza dat	27
3.1.5	Metodika měření	28
3.2	Proband č.1	29
3.3	Proband č.2	30
3.4	Proband č.3	31
3.5	Proband č.4	32
3.6	Proband č.5	33
3.7	Proband č.6	34

3.8	Proband č.7	35
3.9	Proband č.8	36
3.10	Proband č.9	37
3.11	Souhrn.....	38
3.12	Statistické porovnání párovým t-testem	39
4	Diskuze	40
5	Závěr	42
	Seznam literatury	43
	Seznam zkratk	48
	Seznam grafické dokumentace	49
	Obsah tabulek	49
	Obsah obrázků	49
	Seznam příloh	50
	Vzor podepisovaného informovaného souhlasu	50

1 ÚVOD

Fakulta tělovýchovy a sportu Univerzity Karlovy (FTVS UK) nabízí studijní program Vojenská tělovýchova. Celý název studijního programu je Vojenský obor při FTVS UK (VO FTVS UK). Studenti VO FTVS UK absolvují v průběhu studia mnoho náročných kurzů, a to jak vojenských, tak i civilních. Kromě kurzů mají příslušníci řadu teoretických a praktických hodin. Praktické hodiny se zaměřují na nácvik dovedností vyučovaného předmětu a rozvoj schopností. Pro úspěšné studium musí příslušník VO FTVS UK prokázat teoretické znalosti, ale také i praktické dovednosti a příslušnou úroveň rozvoje schopností. Například v předmětu teorie a základy didaktiky atletiky se jedná o test rychlostní vytrvalosti v běhu na 800 metrů s limitem 2 minuty a 25 sekund a pro ženy běh na 400 metrů s limitem 1 minuta a 15 sekund.

Příslušníci VO FTVS UK prezenčního studia podstupují na začátku a na konci studia měření v laboratořích vědeckého a servisního pracoviště tělesné výchovy a sportu (CASRI). Vědecké a servisní pracoviště tělesné výchovy a sportu je příspěvkovou organizací Ministerstva obrany a název CASRI se používá v obchodním styku. Organizace spolupracuje na armádních i na civilních projektech. Zaměřuje se na testování ve svých laboratořích. K dispozici má laboratoře analytické, biomechanické, fyziologické, laboratoř lidské motoriky, dietologické a v neposlední řadě i laboratoře psychologické. K měření příslušníků VO FTVS UK používá schodovitý test pro zjištění výkonových parametrů a přístroj TANITA-MC 780 pro analýzu tělesné kompozice.

Cílem mé práce bylo zajistit data z měření. Dále zahrnout teoretické poznatky v oblasti měření tělesné kompozice a vytrvalostních schopností. V praktické části popsat metodologii práce a stanovit hypotézy. Poté zanalyzovat data prvního měření a posledního měření u každého probanda, následně vše souhrnně porovnat a tím odpovědět na stanovené hypotézy.

2 TEORETICKÁ ČÁST

V teoretické části bakalářské práce objasním témata potřebná k správnému pochopení praktické části. Charakterizují tělesnou kompozici a její metody měření. Schopnosti, a to více specificky vytrvalostní schopnosti, jejich rozvoj, měření a v poslední řadě laktát.

2.1 Vojenský obor při fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy

Vojenská tělovýchova je studijní program zřízen na UK FTVS, jehož historie sahá do roku 1954. Jedná se o vysokou vojenskou školu poskytující nejvyšší tělovýchovné vzdělání pro ozbrojené složky v České republice. Vojenský obor při FTVS UK je hrdým nositelem čestného odznaku AČR s názvem „ Přemysla Otakara II. krále železného a zlatého“. Studium Vojenského oboru je rozděleno na bakalářské (3 roky) a magisterské studium (2 roky) (Vojenský obor 2018).

Pro zájemce o prezenční studium nabízí mnoho výhod, například v podobě bezplatného ubytování po celou délku studia, platu dle hodnostního zařazení vojáka čekatele, řady kurzů s odbornou kvalifikací, které jsou plně hrazené a v neposlední řadě i možnost, získání titulu z prestižní univerzity (Vojenský obor 2018).

Samotné studium je rozděleno do dvou částí, a to civilní část a část věnovaná Vojenskému oboru. V civilní části je zahrnuta jak teoretická, tak praktická část s cílem naučit vše potřebné pro teorii i praxi pro tělovýchovu a sport. Výuka na Vojenském oboru má za cíl osvojení teorie, ale především praxe ve speciální tělesné přípravě. Příkladem je vojenské lezení, vojenské plavání, boj z blízka, přežití a přesuny na sněhu a ledu. Kromě toho se příslušník oboru účastní řady dalších vojenských kurzů, kde se naučí ovládat zbraň, taktiku a další potřebné dovednosti příslušníka ozbrojených sil (Vojenský obor 2018).

Pokud se zájemce rozhodne přihlásit na VO FTVS UK, musí si uvědomit, že se zavazuje stát se vojákem z povolání. Příjímací řízení obsahuje základní část, která je shodná se zkouškami na obor Tělovýchovy a sport UK FTVS. V této části se testují předpoklady pro studium, a to testy dovedností a schopností ze sportovních her, gymnastiky, plavání a atletiky (Vojenský obor 2018).

Druhá část testuje předpoklady pro studium na VO FTVS UK. Jedná se lezení na provazovém žebříku, skokansko-akrobatické cvičení a dráha s přenášením zátěže. Poslední test zjišťuje všeobecné studijní předpoklady formou písemného testu. Před samotným přijímacím řízením musí uchazeč úspěšně absolvovat pohovor na rekručním středisku AČR. Po pohovoru je uchazeč povinen ve vojenské nemocnici podstoupit lékařské vyšetření, jehož součástí jsou i psychotesty. Jedná se o klasické lékařské vyšetření před vstupem do ozbrojených sil. Budoucí příslušník VO FTVS UK musí prohlídku absolvovat s hodnocením A (bez omezení). Po splnění všech těchto náležitostí je uchazeč přijat k Vojenskému oboru a je vyslán na základní vojenskou službu v délce 6 týdnů ve Vyškově (srpen-září). Po jejím zvládnutí zahajuje dnem 1. října studium na VO FTVS UK (Vojenský obor 2018).

Po ukončení studia se voják zavazuje sloužit v AČR po dobu dvojnásobné délky studia, z důvodu vyložení sil a finančních nákladů do studia. Příslušník VO FTVS UK si kdykoliv může rozmyslet, zda chce ukončit své působení v armádě. Pokud tak učiní je povinen zaplatit poměrnou část nákladů za své studium. V současné době konkrétně 9 tisíc za každý měsíc (Vojenský obor 2018).

2.2 Fakulta tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy

Samotná Univerzita Karlova je jednou z nejstarších univerzit v Evropě, její založení Karlem IV. se datuje do roku 1348. Mezi její hlavní cíle náleží poskytovat vysokou úroveň vzdělání a provádět vědecké výzkumy. Univerzita Karlova má mnoho fakult a FTVS je jednou z těch nejmladších (Univerzita Karlova 2023).

Fakulta tělesné výchovy a sportu nabízí řadu bakalářských, magisterských a doktorských studijních programů v různých oblastech sportu. Studium klade důraz na spojení teoretických poznatků a praktických dovedností. Mimo jiné fakulta nabízí kurzy celoživotního vzdělávání a pořádá mnoho dalších aktivit i pro širokou veřejnost (Fakulta tělesné výchovy a sportu UK 2023).

Studenti absolvují v průběhu studia řadu kurzů s odbornou klasifikací a po jejich úspěšném zvládnutí mohou danou aktivitu vyučovat. Na bakalářských programech tělovýchova a sport se jedná například o instruktora lyžování a instruktora na divoké vodě. U dalších studijních programů získává student klasifikaci trenéra dané sportovní specializace, ovšem po úspěšném zvládnutí studia. Student si může zvolit také z řady

volitelných předmětů a tím rozvíjet své schopnosti a naučit se novým dovednostem (Fakulta tělesné výchovy a sportu UK 2023).

Fakulta také spolupracuje s řadou škol, sportovních organizací, institucí, a to jak doma, tak i v zahraničí. Pro studenty nabízí možnost programu Erasmus, kdy studenti mohou vyjet do zahraničí a tím si rozšířit obzory ve vzdělávání a získat nové zkušenosti. Kromě toho fakulta provádí mnoho výzkumů, kam se může student přihlásit a poznat tak, jak takové výzkumy vypadají (Fakulta tělesné výchovy a sportu UK 2023).

2.3 Tělesná kompozice

Už delší dobu jsou součástí lékařské praxe svalové biopsie, které přispěly k pochopení fyziologie a metabolismu lidského těla. Odebrání kousku tkáně je sice technicky poměrně jednoduché, ovšem pro testovaný subjekt se jedná o nepříjemnou záležitost, a ne vždy může být takovýto odběr bez rizika. S dnešními možnostmi jsme schopni poměrně přesně určit složení odebraného vzorku, avšak těžko takovýto výsledek lze implementovat na celý orgán natož na celé tělo (Ellis 2000).

Na složení lidského těla lze nahlížet z pěti částí rostoucí složitosti, a to atomů, molekul, buněk, tkání až po segmenty těla. Každá úroveň zohledňuje jiné věci, součet všech udává celkovou hmotnost těla. Atomová zahrnuje prvky vodík, kyslík, uhlík. Tuková hmotnost a hmotnost bez tuku je na úrovni molekulární, tkáňová část zahrnuje množství vody intracelulární a extracelulární, tukové buňky a tělesnou buněčnou hmotu. Tkáňová úroveň shrnuje tukovou a měkkou tkáň a hmotnost kosterního svalstva. Části lidského těla jako hlava, trup atd. jsou na úrovni segmentů těla (Campa et al. 2021).

Stejně jako tělo zvířete je i lidské tělo je složeno především ze čtyř složek, a to z vody, tuku, bílkovin a minerálů. Nejvíce pozornosti od laiků až po profesionály dostával tuk, především díky zažitého faktu, že více tuku znamená vyšší nemocnost a úmrtnost (Borga et al. 2018).

Jak poukazují výzkumníci, lidé stejné hodnoty BMI, tedy jedinci stejného věku, výšky a hmotnosti, mohou mít odlišné složení těla a tím spjaté jiné energetické nároky a odlišné tělesné tvary (Lemos a Gallagher 2017).

Jako determinant zdraví a výkonu je uznáváno složení těla. Používá se pro určení účinnosti stravy nebo faktor zobrazující aktuální výživové aspekty jedince. Sportovec změnou tělesného složení může získat určitou výhodu, například v gymnastice,

ve které se hledí spíše na estetičnost pohybu nebo v mnoho dalších sportech, kde se rozlišují váhové kategorie, díky tomu sportovci upravují své jídelníčky a tréninky pro dosažení vyšších výsledků. Sledováním složení tělesné kompozice se tedy stalo zásadní pro správné vyhodnocení návyků (Campa et al. 2021).

Jestliže to shrneme, složení lidského těla odráží to, co jsme jedli, ale také ztráty a potřeby živin v průběhu času. Pokud má subjekt nedostatečný příjem živin, může to vést ke ztrátě svalové hmoty, což souvisí se sníženou kvalitou života. Měření tělesného složení pomocí různých metod umožňuje přesně určit množství tělesného tuku, svalové hmoty a kostní hmoty, což pomáhá poskytnout objektivní data pro nutriční intervenci nebo výběr léčby pro specifická onemocnění. Snadné metody na měření tělesné kompozice můžeme použít pro pravidelné sledování a hodnocení nutriční podpory nebo léčby. Měření také umožňuje včasný zásah při podvýživě a tím zlepšuje kvalitu života u pacientů (Thibault et al. 2012).

2.4 Modely měření tělesné kompozice

2.4.1 2 kompartmentový model

Nejjednodušším modelem v oblasti výzkumu složení lidského těla je 2C model, který rozděluje celkovou hmotnost na tukovou hmotu a hmotu bez tuku. Tuková hmota (FM) je určena jako množství chemicky extrahovatelného tuku s předpokládanou hustotou 0,9007 g/cm³. Hmotu bez tuku (FFM) u které je obsah vody 73,72 % a předpoklad hustoty 1,1000 g/cm³. Podle analýz tří mužských mrtvol vychází předpoklady 2C modelu. Metody na určení složení těla založené na 2C modelu patří například hydrodenzitometrie nebo hydrometrie (Kuriyan 2018).

2.4.2 3 kompartmentový model

Na počátku druhé poloviny 20.století byl vytvořen 3C model, který se skládá ze tří částí a umožňuje zahrnout rozdíly množství vody v těle subjektů. Předpokládalo se, že FFM se skládá ze dvou molekulárních složek, a to z celkové tělesné vody (TBW), bílkovinné složky (TBPro) a celkové minerální složky (M). Pro tento model byl navržen poměr mezi celkovou minerální složkou k bílkovinné složce s odpovídající hustotou 1,565 kg/l, hodnota poměru vycházela z analýz z pěti těl. Model 3C se opět začíná vzhledem k narůstající obezitě opět hojně používat (Silva et al. 2004).

2.4.3 4 kompartmentový model

Model 4C vzniká spojením mnoha metod. Pro použití 4C modelu je zapotřebí provést tři různá měření ADP nebo UWW, minerální hustotu kostí (DXA) a celkové tělesné vody (BIA) (McLester et al. 2018). Tento model umožňuje přesnější měření složení těla bez nutnosti předpokládat relativní zastoupení tuků, minerálních látek, TBM a bílkovin. Model 4C by měl být platnější než model 3C díky tomu že, 4C model zohledňuje biologickou variabilitu kostních minerálů a TBM. Avšak, při každém měření existuje přirozená chyba a kumulativní chyby měření mnoha proměnných mohou ovlivnit přesnost modelu 4C. Metoda šíření chyb se používá pro odhad přesnosti tukové hmoty z modelu 4C (Kuriyan 2018).

2.4.4 Multikompartmentové modely

Přímá analýza hlavních prvků těla je základem pro atomové modely složení těla. NAA, tedy metoda neutronové aktivační analýzy, umožňuje měřit celkový obsah prvků v těle, jako jsou vápník, sodík, chloridy, fosfor, dusík, vodík, kyslík a uhlík. Model 6C dále dělí tělo na šest složek, konkrétně vodu, dusík, vápník, draslík, sodík a chlorid. Multikompartmentové modely jsou sice považovány za jedny z nejpřesnějších vůbec, avšak jejich používání je omezeno nedostatkem vhodného zařízení, vysokými náklady a také z důvodu vystavení záření, což stěžuje validaci jiných metod měření tělesného složení (Kuriyan 2018).

2.5 Metody měření tělesné kompozice

Již bylo vyvinuto mnoho metod pro hodnocení tělesného složení. Od těch jednoduchých nepřímých měření, jako je poměr pasu a boků a použití kaliperačních kleští, až po velmi složitá přímá objemová měření, která využívají trojrozměrné zobrazovací techniky. Mimo jiné existuje také řada invazivních metod nebo metod in vitro pro analýzu tělesného složení, mezi ně patří inhalace nebo injekce látek, které se hromadí v tuku nebo ve vodě, nebo pitva a chemická analýza mrtvol (Borga et al. 2018). Metody pro měření tělesné kompozice se neustále vyvíjejí. V současné době se věda zaměřuje na multisegmentální a multifrekvenční bioelektrickou impedanční analýzu, kvantitativní magnetickou rezonanci pro měření celkové tělesné vody, tuku a svaloviny a také se zabývá zobrazovacími metodami pro další definici ektopických tukových depozit. Tyto dostupné metody umožňují změřit mnoho věcí přes tuk v těle až po kosterní svalovinu (Lemos a Gallagher 2017).

2.6 Terénní metody měření tělesné kompozice

2.6.1 Body mass index

Body mass index (BMI), je nejlepší dostupný nástroj pro monitorování pokroku v boji proti obezitě (Hall a Cole 2006). BMI je nepřímý ukazatel tělesného tuku, jehož vzorec je hmotnost/výška^2 (kg/cm^2) (Marshall et al. 2022). Jedná se o metriku definující vztah výšky a hmotnosti dospělých a následné rozřazení do skupin. Index bývá často využíván jako ukazatel tloušťky jedince a jako ukazatel rizik pro mnoho zdravotních komplikací (Nuttall 2015). Jedná se o levný a velmi jednoduchý nástroj, který využívá i WHO. S věkem se mění tělesné procento tuku a tato změna se liší v závislosti na pohlaví, etnické příslušnosti a individuálních rozdílech, například Indové mají při stejném BMI vyšší procento tělesného tuku. Index není schopen rozlišit, jak je tuk rozložený v těle a jak přímo ovlivňuje zdravotní rizika (Kuriyan 2018). I když má BMI mnoho nedostatků není jeho využívání ve svém důsledku špatné. Problém je ale v tom, že je považován za zlatý standard měření zdraví, což podporuje jeho použití v analytických modelech a dává důvěru výsledkům. Kritický pohled však ukazuje, že tato závislost na BMI je příkladem falešného empirismu v moderním zdravotnickém výzkumu, který přeceňuje statistické důkazy (Gutin 2018). Rozřazení do skupin dle hodnot se používá následovně, a to silná podváha nižší než 16,5, podváha nižší než 18,5, normální váha rovno 18,5 až 24,9, nadváha 25 až 29,9, obezita větší nebo rovno 30, obezita I. stupně 30 až 34,9, obezita II. stupně 35 až 39,9, obezita III. stupně větší nebo rovno 40. Pro asijskou populaci se označují hodnoty 23 až 24,9 jako nadváha a BMI větší než 25 jako obezita (Weir a Jan 2023).

2.6.2 Obvod pasu

Obvod pasu je metoda používaná pro měření množství vnitrobřišního tuku u dětí i dospělých. Při měření se používá nenatahovací pásek s přesností na 0,1 centimetrů, a to ve stoje při výdechu na konci nádechu ve středu nejspodnější části hrudního koše a kyčelního hřebene. Pro muže jsou považovány za rizikové hodnoty ≥ 102 centimetrů a pro ženy ≥ 88 centimetrů. Tyto hodnoty slouží jako ukazatel rizika spojená s nadváhou a obezitou (Kuriyan 2018).

2.6.3 Poměr obvodu pasu a boků

Metoda užívaná pro odhad toho, kde je tuk v těle uložen a jeho rozložení mezi horní a dolní částí těla se nazývá poměr odvodu pasů a boků (WHR). U mužů je typicky

více tuku uloženo v horní části těla (android typ), zatímco u žen je více tuku uloženo v dolní části těla (gynoid typ) (Kuriyan 2018). I když byla WHR považována pouze za ukazatel abdominální obezity, tak v dnešní době se jejím hodnotám přikládá stále větší důraz jako ukazatel zdravotních komplikací i u osob s nerizikovým BMI. Výzkum ukazuje, že zvyšující se hodnota WHR je spojena s vyšším rizikem srdečního selhání i u osob s normální hmotností. Nárůst obvodů boků zapříčiňuje zvýšení hmotnosti podkožního tuku v oblasti kyčlí, hýžd'ového svalstva a celkové tukové hmoty na nohou (Cao et al. 2018). Výpočet metody WHR je vydělení obvodu pasu obvodem boků a hodnoty ukazující na zdravotní rizika jsou u mužů $\geq 1,0$ a u žen $\geq 0,85$ (Kuriyan 2018).

2.6.4 Měření kožních řas

Měření kožních řas na sedmi místech (SKF) je nejčastěji používanou metodou pro odhad tělesného tuku. Tato metoda je výhodná zejména pro svou jednoduchost, rychlost a minimální invazivitu, ve srovnání s referenčními metodami. Metoda SKF může být provedena v terénu a je považována za spolehlivou a platnou, avšak měření může být ovlivněno mnoha proměnnými, jako je např. technika měření, zkušenost měřícího, hydratace, pohlaví, věk a etický původ a proto je důležité techniku měření neustále zdokonalovat (Barreira et al. 2013). Měření se provádí na různých místech těla jako je například biceps, triceps a podlopatkové oblasti. Naměřené hodnoty jsou následně využity v rovnicích pro výpočet tělesné hustoty. Pro měření se používají kalipery, které měří s přesností na 0,2 mm (Kuriyan 2018).

2.6.5 Bioelektrická impedanční analýza

V posledních čtyřiceti letech se stala bioelektrická impedanční analýza (BIA) velice oblíbenou metodou pro hodnocení tělesného složení. Tato metoda byla původně vyvinuta pro kvantitativní předpověď celkové tělesné vody a hmotnosti bez tuku nebo beztukové tělesné hmoty a to na základě dvoukomorového modelu těla (Ward a Brantlov 2023). Hodnoty složení těla u metody BIA vycházejí z předpokladu z různých vodivostních vlastností těla. K jejich určení se využívá elektrický proud o nízké intenzitě při pevné frekvenci a vychází se z toho že voda působí jako vodič, zatímco tuk spíše jako izolant (Kuriyan 2018). BIA funguje na principu Ohmova zákona, kdy rozdíl potenciálů nebo napětí na vodiči přímo souvisí s rezistencí proti průtoku proudu dle rovnice $R=E/I$. I když lidské tělo není jednoduchá geometrická figura, která splňuje předpoklady pro rovnici bioelektrické impedanční analýzy, tak i přesto nám tato metoda poskytuje užitečné

odhady tělesného složení. Ovšem v klinické praxi není vždy potřeba znát přesné složení, ale spíše indexy změn, které jsou spojeny s buněčnou funkcí a zdravotním stavem. U BIA je také důležité si uvědomit, že odpor je pouze jednou z mnoha pasivních charakteristik biologických tkání. (Ward a Brantlov 2023). Bioelektrická impedanční analýza je levná, neinvazivní a spolehlivá metoda pro určení složení těla, kterou lze provádět v klinických i neklinických podmínkách. Díky tomu, že se jedná o neinvazivní metodu, umožňuje BIA sledovat změny tělesného složení v čase, například u chronických pacientů, nabízí možnosti včasného řešení problémů. Existuje však i několik faktorů, které mohou ovlivnit výsledky měření, jako například nesprávná poloha těla, předchozí fyzická námaha a příjem jídla a tekutin před samotným měřením. Rovnice pro odhad celkové tělesné vody a hmotnosti bez tuku zahrnují parametry jako je věk, pohlaví a celková tělesná hmotnost. Tyto rovnice jsou však obecně specifické pro danou populaci a zařízení mohou být užitečné pouze pro jedince s fyziologickým stavem hydratace a stejnými charakteristikami jako referenční populace (Marra et al. 2019).

2.7 Laboratorní metody měření tělesné kompozice

2.7.1 Hydrodenzitometrie

Mezi metodu, ze skupiny dvou-komponentních měření, patří hydrodenzitometrie. Tato metoda využívá principu Archimédova zákona k výpočtu tělesného objemu subjektu a posuzuje podíl tukové tkáně a beztukové hmoty díky znalosti konstantní hustoty těchto složek. Měření trvá poměrně dlouho, přibližně 75 minut, což je jeho velkou nevýhodou, kromě toho mezi další nevýhodou je nutnost kompletního ponoření subjektu, což ztěžuje získání výsledků u mladších jedinců. V současnosti se používá především jako referenční metoda pro validaci jiných denzitometrických metod, jako je pletysmografie (Cieśluk et al. 2018).

2.7.2 Pletysmografie

ADP neboli pletysmografie, využívá k měření přístroj BOD POD. Pro odhad tělesného složení využívá denzitometrii. Přístroj BOD POD využívá při měření v komoře, o objemu 450 nebo 500 litrů, posunu vzduchu, zatímco měřená osoba sedí v klidu v komoře. Přístroj posléze vypočítá tělesné složení s vysokou přesností, ovšem může nadhodnocovat procentuální zastoupení tuku v těle u štíhlejších jedinců, což může být způsobeno podmínkami testování, oblečením při měření nebo nadměrným ochlupením těla (Holmes a Racette 2021).

2.7.3 Dvouenergiová rentgenová absorpciometrie

V dnešní době je dvouenergiová rentgenová absorpciometrie (DEXA) preferovanou metodou pro měření složení lidského těla, neboť umožňuje vícesložkové hodnocení včetně kostí. Princip měření na stroji DEXA je založen na měření absorpce tkání vysokoenergetickými a nízkoenergetickými rentgenovými paprsky, které procházejí tělem. Vyšetřovaný leží v poloze na zádech na skenovacím lehátku. Metoda umožňuje přesné určení množství tuku, kostní hmoty a netukové hmoty. Nevýhodou metody DEXA je expozice záření a není schopna změřit celkovou hmotnost tělesné vody, což může být zdrojem chyb (Holmes a Racette 2021).

2.7.4 Magnetická rezonance

Magnetická rezonance (MRI) umožňuje získat obraz měkkých tkání v těle za pomoci využití rozdílných magnetických vlastností jader prvků v buňkách, zejména vodíku v molekulách vody a tuku. Pomocí metody MRI lze získat i trojrozměrný obraz u kojenců a novorozenců díky tomu, že MRI nevyužívá ionizující záření. Avšak díky nedostupnosti přístrojů, je složení těla pomocí MRI využíváno na jednorozměrné nebo dvojrozměrné řezy (Kuriyan 2018). Limitujícím faktorem je dlouhá doba, po kterou musí vyšetřovaný zůstat ležet a to 20 až 120 minut. Přístroje MRI jsou také dosti nákladné (Holmes a Racette 2021).

2.7.5 Výpočetní tomografie

Výpočetní tomografie, nebo také CT, je složen z rentgenové trubice a přijímače, které se otáčejí kolem ležícího pacienta, který musí zůstat ležet nehybně na poměrně dlouhou dobu, což je dosti limitující. CT využívá ionizující záření. Po vyslání rentgenového záření z trubice se snímají cílové oblasti pomocí přijímače. Poté začíná rekonstrukce obrazu pomocí různých matematických technik. Výsledkem jsou pixelové obrazy průřezu tkáně, které jsou znázorněny ve stupních šedi a odpovídají různé hustotě tkání. Limitujícími prvky pro použití CT je dlouhá doba kdy pacient musí nehybně ležet, dávka záření, drahé přístroje a náročnost na vyškolený personál (Holmes a Racette 2021).

2.8 Příklad TANITA MC-780

V následující kapitole bych chtěl představit přístroj, na kterém bylo prováděno v praktické části měření tělesné kompozice a to konkrétně přístroj TANITA MC-780. Zařízení za pouhých dvacet sekund změří, pomocí multifrekvenční technologie, vše potřebné, od segmentu tuku a svalové hmoty až po množství viscerálního tuku, bazální metabolismus a řadu dalších parametrů (Malczyk et al. 2016). Přístroj k analýze využívá BIA a jak už bylo řečeno výše, nástroj posuzuje složení těla na základě různé impedance tkání v těle. Analyzátor využívá zdroje konstantního proudu s vysokofrekvenčním proudem, který má frekvenci 50kHz a proudovou sílu 90 μ A. Měřené subjekty stojí na plošině s elektrodami analyzátoru a v obou rukách drží rukojeť s elektrodami, následně je přístrojem vypočteno složení těla a to celková hmotnost svalů, celková hmotnost tuku, celková voda v těle, poměr celkové vody v těle, svalová hmota paží a nohou, BMI a bazální metabolický výdej (Iizuka et al. 2015).



Obrázek 1: Příklad TANITA MC-780

2.9 Schopnosti

Schopnosti jsou z větší části genetické rysy neboli vlastnosti, které jsou potřeba pro správné provedení dalších aktivit a pohybů. Můžeme je rozdělit do několika kategorií a to duševní, kognitivní, motorické (pohybové) a také zvláštní schopnosti (Měkota a Novosad 2005).

2.9.1 Motorické schopnosti

Motorické schopnosti obecně rozdělujeme na kondiční a koordinační, které dále ještě dělíme podle charakteristických vlastností. U kondičních schopností je to získávání a využívání energie, zatímco u koordinačních schopností se jedná o řízení a regulaci pohybu. Mezi schopnosti kondiční řadíme vytrvalostní, rychlostní a silové schopnosti (Perič a Dovalil 2010).

2.9.2 Silové schopnosti

Silové schopnosti charakterizujeme jako schopnost člověka překonat s pomocí svalů břemeno, tedy vnější odpor. Následně členíme silové schopnosti dle způsobu využití svalové práce nebo také podle uvolňování energie na maximální, rychlou, reaktivní a vytrvalostní sílu. Avšak vzájemná propojenost jednotlivých druhů silových schopností je dosti různá (Měkota a Novosad 2005).

2.9.3 Rychlostní schopnosti

Pro rychlostní schopnosti budeme používat obecně uznávané synonymum rychlost. Jedná se o fyzikální veličinu se vzorcem $v=s/t$, tedy dráha za čas. Rychlost definujeme jako schopnost provést pohyb v krátkém časovém úseku s minimálním nebo žádným odporem. Dle novějších studií se považuje rychlost za schopnost spíše hybridní nežli kondiční. Rychlost můžeme dále rozdělit na reakční, acyklickou, cyklickou a komplexní (Měkota a Novosad 2005).

2.10 Vytrvalostní schopnosti

Dle Měkota a Novosad (2005) jsou vytrvalostní schopnosti důležitým stavebním kamenem fyzické kondice a jsou důležitou součástí zdravého životního stylu. Jedná se o schopnost provádět tělesnou aktivitu, která vyvolává únavu, po delší časový interval. Jde o nejlépe vědecky podložený komplex schopností.

2.10.1 Členění vytrvalostních schopností

Podle cíle, který chceme rozvíjet, dělíme vytrvalostní schopnosti, dále jen vytrvalost, na základní a speciální vytrvalost. Mezi hlavní charakteristiku základní vytrvalosti patří provádění tělesné činnosti po delší dobu při nižší intenzitě tzn. v aerobním pásmu, dále základní vytrvalost, podmiňuje snazší přechod z intenzivního zatížení na aerobní krytí a v neposlední řadě nám pomáhá zvládat vysoké zatížení či rychleji regenerovat. Pokud ale chceme rozvíjet vytrvalost v určité sportovní specializaci a tím dosáhnout maximálního výkonu, tak se jedná o speciální vytrvalost, kde je kladen důraz především na kvalitu provedení činnosti (Měkota a Novosad 2005)

Podle způsobu využití energie při aktivitě členíme vytrvalost na aerobní a anaerobní. Při aerobním krytí tělo využívá kyslík na štěpení energetických zásob například rozklad cukrů a tuků. Zatímco anaerobní systém (bezokyslíkový) využívá energii štěpením svalového ATP a následně jeho resyntézou (Měkota a Novosad 2005).

Vytrvalost také můžeme dělit podle doby trvání pohybové činnosti. Podle délky pohybové činnosti následně vytrvalost rozdělujeme na rychlostní, krátkodobou, střednědobou a dlouhodobou. Pro rychlostní vytrvalost je typická kratší časová délka a to od 7 do 35 vteřin, kdy je energie zajištěna anaerobně alaktátovým a anaerobně laktátovým systémem. Pokud běžíme například 400 nebo 800 metrů, kde je trvání výkonu od 35 sekund do 2 minut, pak se jedná o krátkodobou vytrvalost (KDV). Činnost trvající od 2 do 10 minut označujeme jako střednědobou (SDV) a pro tréninkové účely ji můžeme ještě dělit na SDV I. a SDV II., kdy SDV I. je zatížení mezi 2-5 minut a SDV II. zatížení od 6 do 10 minut. Pro aktivity trvající 10 a více minut se používá termín dlouhodobá vytrvalost a rozvoj tohoto druhu vytrvalosti je základem pro dosažení maximálních výkonů například v běhu na dlouhé tratě, v běhu na lyžích nebo při horských výstupech. Dlouhodobou vytrvalost (DDV) ještě členíme na DDV I. (10 – 35 minut), DDV II. (35 – 90 minut), DDV III. (90 – 360 minut) a DDV IV. (více jak 360 minut). Mimo výše zmíněné, ještě členíme vytrvalost podle charakteru pohybové činnosti (cyklická lokomoční) – acyklická, zapojení svalstva (celková – lokální) nebo podle druhu svalové činnosti (dynamická – statická) (Měkota a Novosad 2005).

2.10.2 Rozvoj vytrvalostních schopností

Rozeznáváme mnoho metod pro rozvoj vytrvalostních schopností, které se liší parametry zatížení. Pro rozvoj dlouhodobé vytrvalosti můžeme zvolit intervalové metody,

metody ANP nebo metody nepřerušovaného úsilí. Intervalové metody dále dělíme na klasické intervalové metody, metoda velmi krátkých intervalů a švédskou metodu. U nepřerušovaného úsilí máme metodu souvislého zatížení a fartlek, kde střídáme vyšší intenzitu s nižší intenzitou (Perič a Dovalil 2010). Další metodou rozvoje vytrvalosti je takzvaný norský model vytrvalostního tréninku.

Norský model přijímá podstatu, že podíl energetického krytí aerobní složky má rozhodující vliv na vytrvalost. Metodiky norského modelu se týká nejen četnosti tréninků v jednotlivých pásmech, ale také klade důraz na délku regenerace po jednotlivých zatíženích. Norský model rozeznává osm pásem zatížení, kde definuje pro každé pásmo danou koncentraci laktátu, tepovou frekvenci a hlavní cíle tréninku v daném pásmu. Kdybychom uvedli příklady tak první pásmo intenzity je regenerační trénink, který se pohybuje v koncentracích laktátu 0.7 až 1.5 a tepová frekvence je mezi 120-140 tepy za minutu, hlavními úkoly regeneračního tréninku je odplavení látek zapříčiňující únavu a tím urychlit proces regenerace. Pro zlepšení funkce pomalých svalových vláken používá trénink v pásmu intenzity aerobního prahu, zde je typická koncentrace laktátu 1.5 až 2.5 a tepová frekvence 140 až 160. Další pásma intenzity jsou oblast mezi AP a ANP, ANP, maximální aerobní práce, tolerance koncentrace laktátu, anaerobně laktátová. Přičemž s narůstajícími pásmy intenzity roste koncentrace laktátu a tepová frekvence (Přemysl Panuška 2014).

2.10.3 Měření vytrvalostních schopností

Prvně si definujeme, jaké máme možnosti testování, jsou to testy výkonové nebo testy zátěžové, kdy u výkonových testů sledujeme výsledek pohybové činnosti, zatímco u testů zátěžových nám jde hlavně o odezvu organismu na pohybovou zátěž. Dále můžeme testy dělit na laboratorní a terénní (Měkota a Blahuš 1983).

Mezi testy výkonové patří běh za vodičem, Cooperův test a distanční běh. Při běhu za vodičem nám jde o uběhnutou vzdálenost, přičemž vodič musí být trénovaný běžec nebo atlet a test samotný ukončíme v momentě pokud se testovaný subjekt vzdálí od vodiče na více než 10 metrů nebo samotný subjekt odmítne dále pokračovat, následná uběhnutá vzdálenost se měří s přesností na 10 metrů a rychlost se volí podle uběhnuté vzdálenosti za 12 minut což je cca pro muže 26 sekund a pro ženy 36 sekund na 100 metrů (Měkota a Blahuš 1983).

U Cooperova testu se jedná o maximální uběhnutou vzdálenost za 12 minut. Testování se provádí na atletické dráze. Samotnému testu předchází rozcvičení a testovaný subjekt seznámíme s obsahem testu a předpokládaným výsledkem. V průběhu testu se může střídat chůze a běh, ale není dovoleno úplně zastavit. Na znamení startéra se vybíhá a končí se po druhém znamení, tedy po uplynutí 12 minut. Opět se měří s přesností na 10 metrů (Měkota a Blahuš 1983).

Pro distanční běh se používají tratě 600 metrů až 2 kilometry, a to s ohledem na věk a pohlaví testovaných subjektů. Pokyny před vyběhnutím je zaujmout, kdy subjekt přechází do vysokého atletického startu a na povel vyběhnout se snaží překonat daný úsek co možná v nejkratším čase (Měkota a Blahuš 1983).

Mezi testy zátěžové patří Harvardský step-test, který vyvinul L.Brouha s původním záměrem testování tělesné kondice vojáků. Podstatou testu je opakované vystupování a sestupování, kdy rozměry stupínku, na které se provádí pohybová činnost, dosahují délky nejméně 40 centimetrů, šířky 35 centimetrů a výšky 50 centimetrů. Frekvenci vystupování je dán metronomem, který je nastaven na 60 nebo 120 úderů za minutu. Po skončení zátěže, tedy 5 minut, se testovaný subjekt pohodlně usadí a je mu změřen puls po dobu 30 sekund, a to ve stanovených intervalech. Cykly 5 minutové zátěže a 5 minutového odpočinku opakuje několikrát (Měkota a Blahuš 1983).

2.10.4 Schodovitý test vědeckého a servisního pracoviště

V této práci je pro nás stěžejní schodovitý test, který byl prováděn při měření v praktické části. Jedná se o test prováděný v laboratorních podmínkách na běžeckém pásu při stejném sklonu, avšak se zvedající se zátěží, kdy testovaný subjekt běží 4 minuty v dané rychlosti, následuje 1 minuta pauza a následně se zvyšuje rychlost a subjekt opět běží 4 minuty. Cykly intervalu běhu 4 minuty a následného odpočinku 1 minuta jsou opakovány tak dlouho, než testovaný subjekt dosáhne anaerobního prahu. Testovanému subjektu je změřen laktát před zahájením testu tzv. klidový laktát a po každém intervalu běhu tedy v době odpočinku, odběr se provádí z ušního lalůčku. V průběhu celého testu je také měřena tepová frekvence (tepy/min) pomocí hrudního pásu. Počáteční rychlost je stanovena s ohledem na výkonnost subjektu a předpokládanou rychlostí, kdy dosáhne ANP (CASRI 2023).



Obrázek 2: Běžecový pás pro schodový test na CASRI

2.11 Laktát

2.11.1 Historie

Laktát byl objeven švédským lékárníkem v 18.století, který ho izoloval z kyselého mléka (Gladden 2008). Dlouhou dobu se předpokládalo, že laktát z fyziologického hlediska představuje pouze jednoduchý odpadní produkt anaerobního metabolismu. Až v 80. letech minulého století se začala odhalovat funkce laktátu v kosterních svalech. Naproti tomu naše poznání energetického metabolismu CNS bylo znemožněno díky technickým nedostatkům při studiu mozku ve srovnání s PNS. Nicméně v 90. letech bylo navrženo, že laktát je uvolňován astrocyty jakožto výsledek aerobní glykolýzy (Cali et al. 2019).

2.11.2 Vznik

Látky obsahující makroergní vazby, tedy makroergní sloučeniny, jsou pro organismus nezbytné, neboť jeden z klíčů zachování organismus a integrity buněk je vytváření energie, mezi takovéto makroergní sloučeniny patří například ATP. Glukóza jako jediná z živin je schopna vytvořit ATP i za podmínek bez přístupu kyslíku. Přeměna glukózy je nedílnou součástí vzniku ATP. Většina molekul glukózy je řetězcem reakcí tzv. glykolýzou, metabolická dráha přeměny glukózy, probíhající ve všech buňkách v těle, molekuly katabolizují. Výsledným produktem je pyruvát, redukcí z pyruvátu enzymem laktát dehydrogenázou vzniká laktát, který je bází konjugované kyseliny mléčné (Galková 2015).

2.11.3 Využití

V současné době pohlížíme na laktát, jako na signalizační molekulu výkonu. Indikuje řadu závažných onemocnění, jako je diabetes 2.typu nebo rakovinné onemocnění, kde jedinci vykazují 2-3x násobně vyšší koncentraci laktátu v krvi než je obvyklé u běžné populace (Bettin 2014). Zkoumá se také suplementace laktátu na hojení ran např. při poranění mozku. Laktátová adaptace kladně ovlivňuje paměť, kognitivní schopnosti a imunitní systém (Billat et al. 2003).

2.11.4 Anaerobní práh

Při vytrvalostních sportech se přechod mezi aerobním a anaerobním metabolismem označuje jako jeden z nejvýznamnějších faktorů. Anaerobní práh vysvětlují odborníci různě např. jako počátek akumulace laktátu v plazmě, ventilačně anaerobní práh nebo bod vychýlení srdeční frekvence. Anaerobní práh silně souvisí s výkonem při běhu na delší vzdálenosti ve srovnání VO₂ max, neboť schopnost udržet vysoké VO₂ max pomáhá oddálit zvýšený stav tvorby metabolických kyselin. Tudiž ANP je důležitým ukazatelem stavu sportovce a jeho schopnosti udržet vysoký výkon při vytrvalostních aktivitách (Ghosh 2004). Hodnota laktátu při přechodu z aerobního na anaerobní metabolismus se udává 4 mmol/l, přičemž tepová frekvence dosahuje svého 80% maxima. U rychlostních typů je hodnota laktátu při přechodu do ANP vyšší a to až 6 mmol/l (Perič a Dovalil 2010).

3 PRAKTICKÁ ČÁST

3.1.1 Výběr probandů

Kritérium pro výběr dat probandů bylo úspěšné absolvování prezenčního bakalářského a magisterského studia Vojenského oboru při FTVS UK. Každý proband musel absolvovat první měření (PRE) při nástupu ke studiu v prvním semestru prvního ročníku bakalářského studia a zároveň absolvovat závěrečné měření (POST) v posledním semestru magisterského studia, tedy na konci studia. Jednalo se konkrétně o 9 probandů z toho 8 mužů a 1 žena.

3.1.2 Cíle a hypotézy

Mezi cíle mé práce patří stanovení cílů a hypotéz. Hlavním cílem byl sběr dat z CASRI a následné vyhodnocení. Pro práci byly stanoveny tyto hypotézy:

H1: Svalová hmota příslušníků VO FTVS UK bude na konci studia vyšší ($p < 0,05$).

H2: Nedojde ke zhoršení fyzické úrovně při schodovitém testu příslušníků VO FTVS UK na konci studia ($p < 0,05$).

3.1.3 Sběr dat

Data byla zaslána pověřeným pracovníkem CASRI. K zajištění odpovídajících dat jsem dohlížel osobně při sjednané schůzce na samotném pracovišti na CASRI, zde také probíhalo samotné měření.

3.1.4 Analýza dat

Data jsem analyzoval pro každého probanda zvlášť v přehledné tabulce. Z měření tělesné kompozice jsem vytýčil důležité body, a to hmotnost v kg, tuk v kg, tuk v %, FFM v kg, svalová hmota v kg a BMI. Rozdíl jednotlivých hodnot byl vypočten následovně: $\text{Rozdíl} = \text{POST} - \text{PRE}$. Pod každou tabulkou jsem shrnul slovně výsledky probanda, a to s ohledem položených slovních dotazů pracovníkem CASRI k měřenému v průběhu posledního měření. V souhrnu jsem porovnával pouze muže z důvodu homogenní skupiny. V souhrnu jsem vyhodnotil rozdíly jednotlivých hodnot a stanovil, zda došlo ke statisticky významným změnám pomocí párového t-testu.

Párový t-test se používá pro data, kdy se jedná o 2 stejné skupiny. Jedná se jednu z nejpoužívanějších statistických metod pro porovnání dvou vzorků stejné skupiny (Xu et al. 2017). Párový t-test lze tedy použít pro jeden vzorek, neboť testuje rozdíl mezi

dvěma párovými výsledky. Hodnota t by se blížila k nule, pokud by mezi oběma výsledky nebyl rozdíl. Rozdíl průměrů vzorků by tedy byl roven nule (Kim 2015).

3.1.5 Metodika měření

Měří se při nástupu ke studiu v prvním semestru bakalářského studia a po posledním semestru magisterského studia na VO FTVS UK. Měření probíhalo v laboratoři na CASRI v ranních hodinách. Při příchodu účastník podepsal informovaný souhlas o poskytnutí osobních informací provedení měření a následně se vysvlékl do spodního prádla a bylo mu změřeno tělesné složení na přístroji TANITA-MC 780. Posléze proběhlo slovní dotazování pracovníkem na CASRI ke straně měřeného ohledně jeho fyzických aktivit z důvodu stanovení optimální počáteční rychlosti při zahájení schodovitého testu. Poté se měřený převlékl do vlastního sportovního oblečení a obuvi a byl mu nasazen hrudní pás měřící tepovou frekvenci. Následně se mohl měřený rozcvičit. Po rozcvičení zahájil schodovitý test. Na začátku mu byl z ušního lalůčku odebrán klidový laktát. Pro každého probanda byly rychlosti při zahájení různé, avšak jak v prvním, tak i při druhém měření byly stejné. Začínalo se na takové rychlosti, při které měřený dosahoval nižších tepových frekvencí a hodnot laktátu. Schodovitý test probíhal v intervalech zatížení 4 minuty a odpočinku 1 minuta. Rychlosti se s každým dalším intervalem zatížení zvětšovaly, a to podle dosažení tepové frekvence po předchozím intervalu. Z pravidla se jednalo o nárůst o 0,5 km/h nebo 1,5 km/h. Ihned po skončení každého zatížení byla zaznamenána tepová frekvence a v době odpočinku také odebrán laktát z ušního lalůčku. Intervalů zatížení bylo z pravidla 5 nebo 6 a to podle toho, kdy dosáhl měřený hodnot ANP (4 mmol/l). Po ukončení testování proběhl slovní rozbor výsledků s pracovníkem na CASRI.

3.2 Proband č.1

Tabulka 1: Proband č.1 měření na CASRI

Tělesné složení TANITA MC-780							
	PRE		POST		Rozdíl		
Hmotnost v kg	75,7		82,4		+ 6,7		
Tuk v %	13,6		15,6		+ 2,0		
Tuk v kg	10,3		12,9		+ 2,6		
FFM v kg	65,4		69,5		+ 4,1		
Svalová hmota v kg	62,2		66,1		+ 3,9		
BMI	23,5		25,5		+ 2,0		
Schodovitý test							
	PRE		POST		Rozdíl		
Klidový LA (mmol/l)	0,68		1,20		+ 0,52		
	PRE TF (tep/min)	PRE LA (mmol/l)	POST TF (tep/min)	POST LA (mmol/l)	Rozdíl TF (tep/min)	Rozdíl LA (mmol/l)	
Rychlost 1	123	1,13	145	1,84	+ 22	+ 0,71	
Rychlost 2	142	1,62	159	2,32	+ 17	+ 0,70	
Rychlost 3	155	2,28	172	3,58	+ 17	+ 1,30	
Rychlost 4	173	2,54	180	4,90	+ 7	+ 2,36	
Rychlost 5	183	3,71	185	6,59	+ 2	+ 2,88	
Rychlost 6	192	6,47	x	x	x	x	

(Vysvětlivky: BMI = body mass index, FFM = tuku prostá hmota, LA = laktát, TF = tepová frekvence, x = nenaměřeno)

Proband č.1 se v průběhu studia začal věnovat více silovému tréninku a tomu i pro potřebu hypertrofie svalové hmoty upravil i stravu. Díky tomu došlo k nárůstu hmotnosti celkově, a to jak svalové, ale také i tukové. Díky zaměření tréninku spíše na rozvoj silových schopností a nárůstu svalové hmoty se proband č.1 zhoršil ve schodovitém testu, kde dosahoval vyšších tepových frekvencí již od začátku. Hodnot anaerobního prahu dosáhl již při rychlosti 4, zatímco při prvním měření, až při rychlosti 6.

3.3 Proband č.2

Tabulka 2: Proband č.2 měření na CASRI

Tělesné složení TANITA MC-780							
	PRE		POST		Rozdíl		
Hmotnost v kg	74,3		81,7		+ 7,4		
Tuk v %	13,0		13,1		+ 0,1		
Tuk v kg	9,7		10,7		+ 1,0		
FFM v kg	64,6		71		+ 5,4		
Svalová hmota v kg	61,4		67,5		+ 6,1		
BMI	23,1		24,9		+ 1,8		
Schodovitý test							
	PRE		POST		Rozdíl		
Klidový LA (mmol/l)	0,89		1,67		+ 0,78		
	PRE TF (tep/min)	PRE LA (mmol/l)	POST TF (tep/min)	POST LA (mmol/l)	Rozdíl TF (tep/min)	Rozdíl LA (mmol/l)	
Rychlost 1	134	1,53	144	2,50	+ 10	+ 0,97	
Rychlost 2	153	1,59	163	2,77	+ 10	+ 1,18	
Rychlost 3	169	1,73	174	3,15	+ 5	+ 1,42	
Rychlost 4	176	2,83	181	3,94	+ 5	+ 1,11	
Rychlost 5	185	4,03	191	5,71	+ 6	+ 1,68	
Rychlost 6	190	6,23	x	x	x	x	

(Výsvětlivky: BMI = body mass index, FFM = tuku prostá hmota, LA = laktát, TF = tepová frekvence, x = nenaměřeno)

U probanda č.2 došlo k výraznému nárůstu svalové hmoty, a to bez významnějšího nabrání hmoty tukové. Stalo se tak díky zaměření spíše na rozvoj silových schopností v průběhu studia. Ale vzhledem k zaměření na rozvoj silových schopností a výrazné hypertrofii se proband č.2 zhoršil ve výkonu na schodovitém testu. Dosahoval vyšších hodnot laktátu a nedosáhl ani rychlosti 6 jako u prvního měření.

3.4 Proband č.3

Tabulka 3: Proband č.3 měření na CASRI

Tělesné složení TANITA MC-780							
	PRE		POST		Rozdíl		
Hmotnost v kg	69,4		70,5		+ 1,1		
Tuk v %	13,6		12,4		- 0,8		
Tuk v kg	9,4		8,7		- 0,7		
FFM v kg	60,0		61,8		+ 1,8		
Svalová hmota v kg	57,0		58,7		+ 1,7		
BMI	22,4		22,8		+ 0,4		
Schodovitý test							
	PRE		POST		Rozdíl		
Klidový LA (mmol/l)	0,91		1,18		+ 0,27		
	PRE TF (tep/min)	PRE LA (mmol/l)	POST TF (tep/min)	POST LA (mmol/l)	Rozdíl TF (tep/min)	Rozdíl LA (mmol/l)	
Rychlost 1	144	1,37	150	1,18	+ 6	- 0,19	
Rychlost 2	157	1,90	161	1,86	+ 4	- 0,04	
Rychlost 3	168	2,47	166	2,33	- 2	- 0,14	
Rychlost 4	177	3,62	176	3,62	- 1	0	
Rychlost 5	185	6,53	180	5,30	- 5	- 1,23	

(Vysvětlivky: BMI = body mass index, FFM = tuku prostá hmota, LA = laktát, TF = tepová frekvence)

Proband č.3 nedosáhl významnějších změn jak v hodnotách tělesného složení, tak při schodovitém testu. Stalo se tak díky udržení stejného tréninku jako před prvním měřením v průběhu celého studia.

3.5 Proband č.4

Tabulka 4: Proband č.4 měření na CASRI

Tělesné složení TANITA MC-780							
	PRE		POST		Rozdíl		
Hmotnost v kg	75,3		77,4		- 0,9		
Tuk v %	14,3		14,1		- 0,2		
Tuk v kg	10,8		10,9		+ 0,1		
FFM v kg	64,5		66,5		+ 2,0		
Svalová hmota v kg	61,3		63,2		+ 1,9		
BMI	23,6		24,3		+ 0,7		
Schodovitý test							
	PRE		POST		Rozdíl		
Klidový LA (mmol/l)	1,01		0,99		- 0,02		
	PRE TF (tep/min)	PRE LA (mmol/l)	POST TF (tep/min)	POST LA (mmol/l)	Rozdíl TF (tep/min)	Rozdíl LA (mmol/l)	
Rychlost 1	140	1,35	125	1,16	- 15	- 0,19	
Rychlost 2	159	1,52	142	1,35	- 17	- 0,17	
Rychlost 3	175	2,24	156	1,76	- 19	- 0,48	
Rychlost 4	185	3,85	168	2,78	- 17	- 1,07	
Rychlost 5	196	7,52	180	5,11	- 16	- 2,41	

(Vysvětlivky: BMI = body mass index, FFM = tuku prostá hmota, LA = laktát, TF = tepová frekvence)

Proband č.4 nemá významnější změny v hodnotách z měření tělesné kompozice. U schodovitého testu se ovšem zlepšil, dosahoval zde nižší tepové frekvence i hladiny laktátu. V průběhu studia se věnoval především běžeckému tréninku a rozvoji vytrvalosti, což se odráží na výsledcích schodovitého testu.

3.6 Proband č.5

Tabulka 5: Proband č.5 měření na CASRI

Tělesné složení TANITA MC-780							
	PRE		POST		Rozdíl		
Hmotnost v kg	80,2		87,7		+ 7,5		
Tuk v %	14,3		16,4		+ 2,1		
Tuk v kg	11,5		14,4		+ 2,9		
FFM v kg	68,7		73,3		+ 4,6		
Svalová hmota v kg	65,3		69,7		+ 4,4		
BMI	21,6		23,6		+ 2,0		
Schodovitý test							
	PRE		POST		Rozdíl		
Klidový LA (mmol/l)	0,80		1,34		+ 0,54		
	PRE TF (tep/min)	PRE LA (mmol/l)	POST TF (tep/min)	POST LA (mmol/l)	Rozdíl TF (tep/min)	Rozdíl LA (mmol/l)	
Rychlost 1	130	1,06	136	1,95	+ 6	+ 0,89	
Rychlost 2	150	1,29	154	2,44	+ 4	+ 1,15	
Rychlost 3	161	2,12	165	3,57	+ 4	+ 1,45	
Rychlost 4	170	3,77	176	5,21	+ 6	+ 1,44	
Rychlost 5	178	6,09	183	8,45	+ 5	+ 2,36	

(Vysvětlivky: BMI = body mass index, FFM = tuku prostá hmota, LA = laktát, TF = tepová frekvence)

U probanda č.5 došlo nárůstu všech hodnot v měření tělesné kompozice, ale především celkové hmotnosti. Při schodovitém testu měl téměř stejné hodnoty tepové frekvence. Avšak hladina laktátu byla o dost vyšší než při prvním měření. Při posledním měření dosáhl hodnot ANP již mezi rychlostmi 3 až 4, zatímco při prvním měření dosáhl ANP mezi rychlostmi 4 až 5. Proband se věnoval v průběhu studia spíše silovému tréninku.

3.7 Proband č.6

Tabulka 6: Proband č.6 měření na CASRI

Tělesné složení TANITA MC-780							
	PRE		POST		Rozdíl		
Hmotnost v kg	76,4		77,9		+ 1,5		
Tuk v %	13,8		12,9		- 0,9		
Tuk v kg	10,5		10,0		- 0,5		
FFM v kg	65,9		67,9		+ 2,0		
Svalová hmota v kg	62,6		64,5		+ 1,9		
BMI	25,7		26,2		+ 0,5		
Schodovitý test							
	PRE		POST		Rozdíl		
Klidový LA (mmol/l)	1,33		1,64		+ 0,31		
	PRE TF (tep/min)	PRE LA (mmol/l)	POST TF (tep/min)	POST LA (mmol/l)	Rozdíl TF (tep/min)	Rozdíl LA (mmol/l)	
Rychlost 1	128	1,31	128	1,95	0	+ 0,64	
Rychlost 2	138	1,28	138	1,96	0	+ 0,68	
Rychlost 3	145	1,89	149	2,22	+ 4	+ 0,33	
Rychlost 4	153	2,71	160	3,02	+ 7	+ 0,31	
Rychlost 5	168	4,21	174	4,31	+ 6	+ 0,10	
Rychlost 6	x	x	176	5,96	x	x	

(Výsvětlivky: BMI = body mass index, FFM = tuku prostá hmota, LA = laktát, TF = tepová frekvence, x = nenaměřeno)

Proband č.6 se věnoval stejnému typu tréninku jako před prvním měření. Nedošlo k výrazným změnám jak tělesné kompozice, tak ve výsledcích schodovitého testu. Hodnot ANP dosáhl v obou měřeních při rychlosti 5. V posledním měření pokračoval na rychlost 6 jen díky své vlastní iniciativě.

3.8 Proband č.7

Tabulka 7: Proband č.7 měření na CASRI

Tělesné složení TANITA MC-780							
	PRE		POST		Rozdíl		
Hmotnost v kg	82,9		84,9		+ 2,0		
Tuk v %	13,2		13,5		+ 0,3		
Tuk v kg	11		11,5		+ 0,5		
FFM v kg	71,9		73,4		+ 1,9		
Svalová hmota v kg	67,1		69,8		+ 2,7		
BMI	24,6		25,2		+ 0,6		
Schodovitý test							
	PRE		POST		Rozdíl		
Klidový LA (mmol/l)	0,92		1,52		+ 0,60		
	PRE TF (tep/min)	PRE LA (mmol/l)	POST TF (tep/min)	POST LA (mmol/l)	Rozdíl TF (tep/min)	Rozdíl LA (mmol/l)	
Rychlost 1	142	1,35	132	2,27	- 10	+ 0,92	
Rychlost 2	148	1,55	144	2,42	- 4	+ 0,87	
Rychlost 3	153	1,87	150	2,97	- 3	+ 1,10	
Rychlost 4	163	2,87	165	4,03	+ 2	+ 1,26	
Rychlost 5	177	4,63	174	5,60	- 3	+ 0,97	

(Vysvětlivky: BMI = body mass index, FFM = tuku prostá hmota, LA = laktát, TF = tepová frekvence)

U probanda č.7 došlo k částečnému nárůstu svalové hmoty a hmotnosti celkově, a to bez většího nárůstu hmoty tukové. U POST schodovitého testu dosáhl hodnot ANP již při rychlosti 4 zatímco v měření PRE, až při rychlosti 5. Proband se věnoval během studia volnočasovým aktivitám, především míčovým hrám například fotbalu.

3.9 Proband č.8

Tabulka 8: Proband č.8 měření na CASRI

Tělesné složení TANITA MC-780							
	PRE		POST		Rozdíl		
Hmotnost v kg	67,2		66,9		– 0,3		
Tuk v %	23,1		25,9		+ 2,8		
Tuk v kg	15,5		17,3		+ 1,8		
FFM v kg	51,7		49,6		– 2,1		
Svalová hmota v kg	49,1		47,1		– 2,0		
BMI	23		22,9		– 0,1		
Schodovitý test							
	PRE		POST		Rozdíl		
Klidový LA (mmol/l)	1,04		1,23		+ 0,19		
	PRE TF (tep/min)	PRE LA (mmol/l)	POST TF (tep/min)	POST LA (mmol/l)	Rozdíl TF (tep/min)	Rozdíl LA (mmol/l)	
Rychlost 1	157	1,41	163	2,40	+ 6	+ 0,99	
Rychlost 2	169	1,86	176	2,91	+ 7	+ 1,05	
Rychlost 3	181	2,72	190	3,96	+ 9	+ 1,24	
Rychlost 4	190	4,36	198	5,53	+ 8	+ 1,17	
Rychlost 5	195	6,30	206	8,53	+ 11	+ 2,23	

(Vysvětlivky: BMI = body mass index, FFM = tuku prostá hmota, LA = laktát, TF = tepová frekvence)

Pro probanda č.8 je zajímavé zvýšení tukové hmoty, a to jak v kilogramech, tak v procentech, zatímco všechny ostatní hodnoty poklesly. Při schodovitém testu dosahoval horších výsledků, pravděpodobně díky nárůstu tukové hmoty. Proband se nevěnoval v průběhu studia žádnému sportu.

3.10 Proband č.9

Tabulka 9: Proband č.9 měření na CASRI

Tělesné složení TANITA MC-780							
	PRE		POST		Rozdíl		
Hmotnost v kg	68,9		71,9		+ 3,0		
Tuk v %	12,1		12,8		+ 0,7		
Tuk v kg	8,34		9,2		+ 0,86		
FFM v kg	60,56		62,7		+ 2,14		
Svalová hmota v kg	57,1		59,6		+ 2,5		
BMI	22,4		23,3		+ 0,9		
Schodovitý test							
	PRE		POST		Rozdíl		
Klidový LA (mmol/l)	1,32		1,59		+ 0,27		
	PRE TF (tep/min)	PRE LA (mmol/l)	POST TF (tep/min)	POST LA (mmol/l)	Rozdíl TF (tep/min)	Rozdíl LA (mmol/l)	
Rychlost 1	128	1,32	128	1,78	0	+ 0,46	
Rychlost 2	146	1,35	137	1,95	- 9	+ 0,60	
Rychlost 3	158	2,08	151	2,82	- 7	+ 0,74	
Rychlost 4	172	3,10	166	3,84	- 6	+ 0,74	
Rychlost 5	181	4,82	183	5,85	+ 2	+ 1,03	

(Vysvětlivky: BMI = body mass index, FFM = tuku prostá hmota, LA = laktát, TF = tepová frekvence)

Proband č.9 se věnoval v průběhu studia spíše více silovému tréninku, díky čemuž zvýšil svou hmotnost, a to i svalovou. U schodovitého testu nedosáhl výraznějších změn. Při obou měřeních dosáhl hodnot ANP při rychlosti 5.

3.11 Souhrn

Tabulka 10: Souhrn rozdílů tělesného složení pouze muži

Tělesné složení TANITA MC-780						
Rozdíl	Hmotnost v kg	Tuk v %	Tuk v kg	FFM v kg	Svalová hmota v kg	BMI
Průměr	+ 3,54	+ 0,41	+ 0,85	+ 2,99	+ 3,14	+ 1,11
Medián	+ 2,50	+ 0,20	+ 0,68	+ 2,07	+ 2,60	+ 0,80
Minimum	- 0,90	- 0,90	- 0,70	+ 1,80	+ 1,70	+ 0,40
Maximum	+ 7,50	+ 2,10	+ 2,90	+ 5,40	+ 6,10	+ 2,00
Směrodatná odchylka	+ 3,03	+ 1,07	+ 1,23	+ 1,37	+ 1,44	+ 0,65

(Vysvětlivky: FFM = tuku prostá hmota, BMI = body mass index)

Tabulka 11 Souhrn rozdílů schodovitý test pouze muži

Schodovitý test			
Rozdíl	TF (tepy/min)	LA (mmol/l)	Klidový LA (mmol/l)
Medián	+ 2,00	+ 0,74	+ 0,42
Průměr	+ 0,58	+ 0,66	+ 0,41
Minimum	- 19,00	- 2,41	- 0,02
Maximum	+ 22,00	+ 2,88	+ 0,78
Směrodatná odchylka	+ 9,26	+ 0,97	+ 0,23

(Vysvětlivky: TF = tepová frekvence, LA = laktát)

Můžeme pozorovat, že u všech mužských probandů došlo v průměru k nárůstu všech vytyčených hodnot tělesného složení. Stejně tak i ve schodovitém testu se v průměru všichni průměrně zhoršili, ovšem o zanedbatelné hodnoty.

3.12 Statistické porovnání párovým t-testem

Tabulka 12: Tělesné složení t-test pouze muži

Tělesné složení TANITA-MC 780				
	PRE	POST	T-test	
Hmotnost v kg	75,39 ± 4,78	79,30 ± 6,04	t= 3,9730	p= 0,0054
Tuk v %	13,49 ± 0,73	13,85 ± 1,44	t= 0,8478	p= 0,4246
Tuk v kg	10,19 ± 1,01	11,04 ± 1,89	t= 1,8106	p= 0,1131
FFM	69,20 ± 3,91	68,26 ± 4,42	t= 4,9251	p= 0,0017
Svalová hmota v kg	61,75 ± 3,52	64,89 ± 4,22	t= 5,7490	p= 0,0007
BMI	23,36 ± 1,32	24,48 ± 1,18	t= 4,5092	p= 0,0028

(Vysvětlivky: FFM = tuku prostá hmota, BMI = body mass index)

Došlo ke statisticky významným změnám u hodnot tělesného složení, a to hmotnost, FFM, svalová hmota a BMI. Protože u těchto hodnot vyšlo $p < 0,05$. Zatímco u tuku nedošlo ke statisticky významným změnám, protože p zde nabývá hodnot $p > 0,05$. Můžeme potvrdit H1 a to tedy, že došlo ke statisticky výraznému navýšení svalové hmoty příslušníků VO FTVS UK na konci studia.

Tabulka 13: Schodovitý test t-test pouze muži

Schodovitý test				
	PRE	POST	T-test	
TF (tep/min)	159,95 ± 19,16	160,17 ± 18,13	t= 0,0766	p= 0,9394
LA (mmol/l)	2,78 ± 1,72	3,37 ± 1,69	t= 1,4180	p= 0,1639

(Vysvětlivky: TF = tepová frekvence, LA = laktát)

Hodnoty TF a LA při schodovitém testu u příslušníků VO FTVS UK statisticky významně nezhoršily. Můžeme tedy konstatovat, že H2 je pravdivé, nedošlo ke statisticky významnému zhoršení fyzické úrovně při schodovitém testu příslušníků VO FTVS UK na konci studia, neboť hodnoty TF a LA nabývají $p > 0,05$.

4 Diskuze

V následné diskuzi se detailněji zabývám a vysvětluji výsledky z měření příslušníků VO FTVS na CASRI. Důkladná analýza těchto výsledků je nezbytná k porozumění jejich významu. V diskuzi zohledňuji jejich relevanci, implikaci a omezení. Proberu také další možnosti budoucího výzkumu, návrhy na úpravu měření, které by mohly dále rozšířit poznatky v této oblasti.

Potvrdily se obě hypotézy. Statisticky došlo k významnému navýšení svalové hmoty a nedošlo ke zhoršení fyzické úrovně při schodovitém testu. Výsledek tvrzení H1 potvrzuje, že pravidelný trénink zvyšuje svalovou hmotu (Morton et al. 2019). K navýšení svalové hmoty došlo, a to i bez statisticky významného nárůstu hmoty tukové. Nárůst svalové hmoty neměl mít znatelný vliv na výkonové parametry schodovitého testu, což jsem potvrdil pomocí t-testu u H2. Protože dle Rønnestad a Mujika (2014) mohou sportovci využívat silový trénink se souběžným zlepšením vytrvalostního výkonu. U schodovitého testu nedošlo ke statisticky výraznému zhoršení ani v jedné hodnotě (TF, LA). Pravdivé tvrzení H2 dokládá, že studium VO FTVS UK neovlivňuje negativně fyzickou úroveň, neboť průměrně všichni mužští probandi byli schopni udržet svůj výkon na začátku i na konci studia.

K nárůstu svalové hmoty došlo pravděpodobně díky pravidelnému silovému tréninku, rozvoji schopností a nácviku dovedností na praktických hodinách. Kromě toho měly vliv na svalovou hmotu také kurzy, a to jak vojenské, tak i civilní. Ke splnění požadavků museli příslušníci prokázat dovednosti a určitý stupeň rozvoje schopností. Pro splnění studijních požadavků se evidentně probandi připravovali i ve svém volném čase, především silovým tréninkem a fyzicky náročnějšími volnočasovými aktivitami. Tím došlo k svalové hypertrofii, tedy nárůstu kontraktilních bílkovin. Nárůst svalové hmoty může být také důsledkem adaptace na tréninkové podněty. Příslušníci VO FTVS UK jsou také zvyklí na fyzickou aktivitu díky vojenským kurzům, což jim pomohlo udržet stálý výkon při schodovitém testu bez statistického zhoršení, a to jak na začátku, tak i na konci studia. K nezhoršení výsledků schodovitého testu mohl také přispět pravidelný trénink na výroční přezkoušení AČR, kdy jsou příslušníci VO FTVS UK testováni z disciplín sed-leh za 1 minutu, kliky za 30 sekund a Cooperův test (12 minut běh). Všichni musí dosáhnout hodnocení 1 ve všech disciplínách, což svědčí o jejich vysoké fyzické připravenosti.

Vzhledem k zaměření mé studie pouze na příslušníky VO FTVS UK je nutné upozornit na omezení při aplikaci výsledků na celou studentskou populaci UK FTVS. Budoucí studie by měly obsahovat více různorodých vzorků, aby se dosáhlo větší reprezentativnosti a mohlo dojít k širšímu zobecnění. Měření probíhalo pouze na začátku a na konci studia, a tak nebyly měřeny hodnoty v jeho průběhu. Omezený časový rámec měření brání zachycení dlouhodobých změn vlivu zatížení studiem. Bylo by tedy dobré měření na CASRI provádět častěji, jak pro sledování změn tělesné kompozice, tak i pro výkon na schodovitém testu. Mohli bychom pak například porovnat zhoršení či zlepšení v jednotlivých ročnících a tím posoudit hodnoty v průběhu studia v jednotlivých etapách.

Na měření tělesné kompozice byl použit přístroj TANITA-MC 780, který funguje na principu BIA. Marra (et al. 2019) ve své práci uvádí, že jsou přístroje fungující na BIA citlivé na hydrataci těla a tím se snižuje přesnost měření, pokud se nepoužívají specifické predikční rovnice a standardizované protokoly měření. Pokud tedy proband nedodržel správně pitný režim, a tím nebyl fyziologicky hydratovaný, mohl tak ovlivnit své výsledky svalové hmoty. Pro další studie by bylo vhodné využít více měřících metod nebo kombinaci více metod. Došlo by tak k přesnějšímu změření hodnot tělesné kompozice.

Při schodovitém testu byl limitujícím faktorem především běžecký pás, který dostatečně nereflektuje běh ve venkovním prostředí. Van Hooren (et al. 2020) zjistil, že je sice běh venku a na páse biomechanicky srovnatelný, avšak v mnoha ohledech jiných. Zejména se jedná o omezující faktory: rozměry pásu, rozdíl tuhosti běžeckého pásu a povrchu venkovního běhaní, nedostatečných zkušeností s běžeckým pásem a tím dané pohodlí nebo rozdílů odporu vzduchu.

Mělo by tedy dojít ke standardizaci měření tělesné kompozice, což zahrnuje specifikaci postupu před měřením, včetně doporučení ohledně příjmu tekutin a potravin před měřením. Zároveň by bylo vhodné zajistit, aby byl měřený u schodovitého testu dostatečně seznámen s běžeckým pásem, ideálně ještě před samotným měřením.

5 Závěr

Cílem mé práce bylo zhodnotit změny tělesné kompozice a výkonu příslušníků VO FTVS na začátku a konci studia. V rámci teoretické části byla rozebrána problematika všech potřebných informací ke správnému pochopení praktické části. Zabýval jsem se tělesným složením a jejími metodami měření, schopnostmi, a to podrobněji vytrvalostním schopnostem a v poslední řadě laktátu.

V praktické části jsem popsal výběr probandů, metodu analýzy dat, cíle práce a metodiku měření. Následně pro každého probanda byla vypracována tabulka stěžejních hodnot z měření. Posléze byla provedena t-testem analýza mužských probandů, s cílem potvrdit nebo vyvrátit obě stanovené hypotézy.

Na základě provedení analýzy dat z měření na CASRI byla H1 potvrzena. Bylo potvrzeno t-testem statisticky významné navýšení svalové hmoty na konci studia. Potvrdil se také statisticky nevýznamný rozdíl u H2. Tedy platí tvrzení H2, a to že nedošlo ke zhoršení fyzické úrovně příslušníků VO FTVS UK ve schodovitém testu na konci studia.

Výsledky mé studie mají význam v pochopení vztahu mezi prezenčním studiem VO FTVS a změnami hodnot svalové hmoty a fyzické úrovně. Stanovení pravdivosti H1 i H2 mé práce přineslo nové poznatky do studované oblasti. Je ovšem potřebné zdůraznit limity měření.

Budoucí výzkum by měl zahrnout širší vzorek probandů a provádět měření častěji v průběhu studia. Mé doporučení je provádět měření na začátku a na konci každého ročníku. Pro měření tělesné kompozice použít více měřících metod a standardizovat protokol měřený na příjem tekutin a potravy před měřením. Pro schodovitý test by bylo vhodné se více zaměřit na seznámení s běžeckým pásem.

Lze konstatovat, že práce přinesla lepší pochopení vztahu hodnot z tělesného složení a schodovitého testu na začátku a na konci studia VO FTVS UK.

Seznam literatury

1. *Fakulta tělesné výchovy a sportu* [online] [vid. 2023a-05-29]. Dostupné z: <https://ftvs.cuni.cz/FTVS-1.html>
2. Schodovitý zátěžový test. *Casri* [online]. [vid. 2023b-06-06]. Dostupné z: <https://www.casri.cz/schodovity-zatezovy-test/>
3. SKF measurements (in mm) and %BF for the male and female testees. *ResearchGate* [online] [vid. 2023c-05-01]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/SKF-measurements-in-mm-and-BF-for-the-male-and-female-testees_tbl1_234237974
4. UK. *Univerzita Karlova* [online] [vid. 2023d-05-29]. Dostupné z: <https://cuni.cz/UK-4.html>
5. *VOJENSKÝ OBOR* [online]. [vid. 2023e-05-29]. Dostupné z: <http://www.vojenskyobor.cz/>
6. BARREIRA, Tiago V, Matthew S RENFROW, Wayland TSEH a Minsoo KANG, 2013. The Validity Of 7-Site Skinfold Measurements Taken By Exercise Science Students.
7. BETTIN, Allison, 2014. What is Lactate and Lactate Threshold. *TrainingPeaks* [online]. [vid. 2023-06-04]. Dostupné z: <https://www.trainingpeaks.com/blog/what-is-lactate-and-lactate-threshold/>
8. BILLAT, Veronique L, Pascal SIRVENT, Guillaume PY, Jean-Pierre KORALSZTEIN a Jacques MERCIER, 2003. The Concept of Maximal Lactate Steady State: A Bridge Between Biochemistry, Physiology and Sport Science. *Sports Medicine* [online]. 33(6), 407–426. ISSN 0112-1642. Dostupné z: doi:10.2165/00007256-200333060-00003
9. BORGA, Magnus, Janne WEST, Jimmy D BELL, Nicholas C HARVEY, Thobias ROMU, Steven B HEYMSFIELD a Olof DAHLQVIST LEINHARD, 2018. Advanced body composition assessment: from body mass index to body composition profiling. *Journal of Investigative Medicine* [online]. 66(5), 1–9. ISSN 1081-5589. Dostupné z: doi:10.1136/jim-2018-000722
10. CALÌ, Corrado, Arnaud TAUFFENBERGER a Pierre MAGISTRETTI, 2019. The Strategic Location of Glycogen and Lactate: From Body Energy Reserve to Brain Plasticity. *Frontiers in Cellular Neuroscience* [online]. 13 [vid. 2023-06-

z: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fncel.2019.00082>

11. CAMPA, Francesco, Stefania TOSELLI, Massimiliano MAZZILLI, Luís Alberto GOBBO a Giuseppe CORATELLA, 2021. Assessment of Body Composition in Athletes: A Narrative Review of Available Methods with Special Reference to Quantitative and Qualitative Bioimpedance Analysis. *Nutrients* [online]. 13(5), 1620. ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:10.3390/nu13051620
12. CAO, Qinqin, Shui YU, Wenji XIONG, Yuewei LI, Huimin LI, Jinwei LI a Feng LI, 2018. Waist-hip ratio as a predictor of myocardial infarction risk. *Medicine* [online]. 97(30), e11639. ISSN 0025-7974. Dostupné z: doi:10.1097/MD.00000000000011639
13. CIEŚLUK, Klaudia, Jakub DOBROCH, Małgorzata SAWICKA-ŻUKOWSKA a Maryna KRAWCZUK-RYBAK, 2018. Body composition measurements in paediatrics – a review. Part 2. *Pediatric Endocrinology Diabetes and Metabolism* [online]. 24(4), 191–196. ISSN 2081-237X. Dostupné z: doi:10.5114/pedm.2018.83366
14. DOC. DR. KAREL MĚKOTA, CSC. a DOC. DR. PETR BLAHUŠ, CSC., 1983. *Motorické testy v tělesné výchově*. 1. B.m.: Státní pedagogické nakladatelství.
15. DOC. PAEDR. TOMÁŠ PERIČ, PH.D. a DOC. PHDR. JOSEF DOVALIL, CSC., 2010. *Sportovní trénink*. 1. B.m.: Grada Publishing, a.s. 2010. ISBN 978-80-247-21.
16. ELLIS, Kenneth J., 2000. Human Body Composition: In Vivo Methods. *Physiological Reviews* [online]. 80(2), 649–680. ISSN 0031-9333. Dostupné z: doi:10.1152/physrev.2000.80.2.649
17. GALKOVÁ, MUDr Katarína, [b.r.]. Laktát – marker metabolického stresu pacientov s kritickým ochorením. 2015.
18. GHOSH, Asok Kumar, 2004. Anaerobic Threshold: Its Concept and Role in Endurance Sport. *The Malaysian Journal of Medical Sciences : MJMS*. 11(1), 24–36. ISSN 1394-195X.
19. GLADDEN, L. Bruce, 2008. 200th Anniversary of Lactate Research in Muscle. *Exercise and Sport Sciences Reviews* [online]. 36(3), 109. ISSN 0091-6331. Dostupné z: doi:10.1097/JES.0b013e31817c0038

20. GUTIN, Iliya, 2018. In BMI We Trust: Reframing the Body Mass Index as a Measure of Health. *Social theory & health : STH* [online]. 16(3), 256–271. ISSN 1477-8211. Dostupné z: doi:10.1057/s41285-017-0055-0
21. HALL, D. M. B. a T. J. COLE, 2006. What use is the BMI? *Archives of Disease in Childhood* [online]. 91(4), 283–286. ISSN 0003-9888, 1468-2044. Dostupné z: doi:10.1136/adc.2005.077339
22. HOLMES, Clifton J. a Susan B. RACETTE, 2021. The Utility of Body Composition Assessment in Nutrition and Clinical Practice: An Overview of Current Methodology. *Nutrients* [online]. 13(8), 2493. ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:10.3390/nu13082493
23. IIZUKA, Yoichi, Haku IIZUKA, Tokue MIEDA, Tsuyoshi TAJIKA, Atsushi YAMAMOTO, Takashi OHSAWA, Tsuyoshi SASAKI a Kenji TAKAGISHI, 2015. Association between neck and shoulder pain, back pain, low back pain and body composition parameters among the Japanese general population. *BMC Musculoskeletal Disorders* [online]. 16(1), 333. ISSN 1471-2474. Dostupné z: doi:10.1186/s12891-015-0759-z
24. KIM, Tae Kyun, 2015. T test as a parametric statistic. *Korean Journal of Anesthesiology* [online]. 68(6), 540–546. ISSN 2005-6419. Dostupné z: doi:10.4097/kjae.2015.68.6.540
25. KURIYAN, Rebecca, 2018. Body composition techniques. *The Indian Journal of Medical Research* [online]. 148(5), 648. Dostupné z: doi:10.4103/ijmr.IJMR_1777_18
26. LEMOS, Thaisa a Dympna GALLAGHER, 2017. Current body composition measurement techniques. *Current opinion in endocrinology, diabetes, and obesity* [online]. 24(5), 310–314. ISSN 1752-296X. Dostupné z: doi:10.1097/MED.0000000000000360
27. MALCZYK, Ewa, Sylwia DZIĘGIELEWSKA-GĘSIĄK, Edyta FATYGA, E. ZIOLKO, T. KOKOT a Malgorzata MUC-WIERZGOŃ, 2016. Body composition in healthy older persons: Role of the ratio of extracellular/total body water. *Journal of biological regulators and homeostatic agents*. 30, 767–772.
28. MARRA, Maurizio, Rosa SAMMARCO, Antonino DE LORENZO, Ferdinando IELLAMO, Mario SIERVO, Angelo PIETROBELLI, Lorenzo Maria DONINI, Lidia SANTARPIA, Mauro CATALDI, Fabrizio PASANISI a Franco CONTALDO, 2019. Assessment of Body Composition in Health and Disease

- Using Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) and Dual Energy X-Ray Absorptiometry (DXA): A Critical Overview. *Contrast Media & Molecular Imaging* [online]. 2019, 3548284. ISSN 1555-4309. Dostupné z: doi:10.1155/2019/3548284
29. MARSHALL, Teresa A., Alexandra M. CURTIS, Joseph E. CAVANAUGH, John J. WARREN a Steven M. LEVY, 2022. Associations between body mass index and body composition measures in a birth cohort. *Pediatric research* [online]. 91(6), 1606–1615. ISSN 0031-3998. Dostupné z: doi:10.1038/s41390-021-01562-y
30. MCLESTER, Cherilyn N., Brett S. NICKERSON, Brian M. KLISZCZEWICZ, Courtenay S. HICKS, Cassie M. WILLIAMSON, Emily E. BECHKE a John R. MCLESTER, 2018. Validity of DXA body volume equations in a four-compartment model for adults with varying body mass index and waist circumference classifications. *PLoS ONE* [online]. 13(11), e0206866. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0206866
31. MORTON, Robert W, Lauren COLENSO-SEMPLÉ a Stuart M PHILLIPS, 2019. Training for strength and hypertrophy: an evidence-based approach. *Current Opinion in Physiology* [online]. 10, Exercise Physiology, 90–95. ISSN 2468-8673. Dostupné z: doi:10.1016/j.cophys.2019.04.006
32. NUTTALL, Frank Q., 2015. Body Mass Index. *Nutrition Today* [online]. 50(3), 117–128. ISSN 0029-666X. Dostupné z: doi:10.1097/NT.0000000000000092
33. PROF. PHDR. KAREL MĚKOTA, CSC. a DOC. PHDR. JIŘÍ NOVOSAD, CSC., 2005. *Motorické schopnosti*. 1. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Křížkovského 8, 771 47 Olomouc. ISBN 80-244-0981-X.
34. PŘEMYSL PANUŠKA, 2014. *Rozvoj vytrvalostních schopností*. 1. Praha: Mladá fronta a.s. ISBN 978-80-204-3391-6.
35. RØNNESTAD, B. R. a I. MUJIKÁ, 2014. Optimizing strength training for running and cycling endurance performance: A review: Strength training and endurance performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* [online]. 24(4), 603–612. ISSN 09057188. Dostupné z: doi:10.1111/sms.12104
36. SILVA, Analiza M., Wei SHEN, ZiMian WANG, John F. ALOIA, Miriam E. NELSON, Steven B. HEYMSFIELD, Luis B. SARDINHA a Stanley HESHKA, 2004. Three-compartment model: critical evaluation based on neutron activation analysis. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*

- [online]. 287(5), E962–E969. ISSN 0193-1849. Dostupné z: doi:10.1152/ajpendo.00104.2004
37. THIBAUT, Ronan, Laurence GENTON a Claude PICHARD, 2012. Body composition: Why, when and for who? *Clinical Nutrition* [online]. 31(4), 435–447. ISSN 0261-5614. Dostupné z: doi:10.1016/j.clnu.2011.12.011
38. VAN HOOREN, Bas, Joel T. FULLER, Jonathan D. BUCKLEY, Jayme R. MILLER, Kerry SEWELL, Guillaume RAO, Christian BARTON, Chris BISHOP a Richard W. WILLY, 2020. Is Motorized Treadmill Running Biomechanically Comparable to Overground Running? A Systematic Review and Meta-Analysis of Cross-Over Studies. *Sports Medicine (Auckland, N.z.)* [online]. 50(4), 785–813. ISSN 0112-1642. Dostupné z: doi:10.1007/s40279-019-01237-z
39. WARD, Leigh C. a Steven BRANTLOV, 2023. Bioimpedance basics and phase angle fundamentals. *Reviews in Endocrine & Metabolic Disorders* [online]. 24(3), 381–391. ISSN 1389-9155. Dostupné z: doi:10.1007/s11154-022-09780-3
40. WEIR, Connor B. a Arif JAN, 2023. BMI Classification Percentile And Cut Off Points. In: *StatPearls* [online]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing [vid. 2023-06-04]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541070/>
41. XU, Manfei, Drew FRALICK, Julia Z. ZHENG, Bokai WANG, Xin M. TU a Changyong FENG, 2017. The Differences and Similarities Between Two-Sample T-Test and Paired T-Test. *Shanghai Archives of Psychiatry* [online]. 29(3), 184–188. ISSN 1002-0829. Dostupné z: doi:10.11919/j.issn.1002-0829.217070

Seznam zkratek

UK	Univerzita Karlova
FTVS UK	Fakulta tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy
CASRI	Vědecké a servisní pracoviště tělesné výchovy a sportu
VO FTVS UK	Vojenský obor při fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy
LA	Laktát
TF	Tepová frekvence
BMI	Body mass index
FFM	Tuku prostá hmota
DXA	Dvouenergieová rentgenová absorpciometrie
CT	Výpočetní tomografie
MRI	Magnetická rezonance
ANP	Anaerobní práh
BIA	Bioelektrická impedanční analýza
ADP	Pletysmografie
AP	Aerobní práh
CNS	Centrální nervová soustava
ATP	Adenosintrifosfát
KDV	Krátkodobá vytrvalost
SDV	Střednědobá vytrvalost
DDV	Dlouhodobá vytrvalost
PNS	Periferní nervový systém

Seznam grafické dokumentace

Obsah tabulek

Tabulka 1: Proband č.1 měření na CASRI.....	29
Tabulka 2: Proband č.2 měření na CASRI.....	30
Tabulka 3: Proband č.3 měření na CASRI.....	31
Tabulka 4: Proband č.4 měření na CASRI.....	32
Tabulka 5: Proband č.5 měření na CASRI.....	33
Tabulka 6: Proband č.6 měření na CASRI.....	34
Tabulka 7: Proband č.7 měření na CASRI.....	35
Tabulka 8: Proband č.8 měření na CASRI.....	36
Tabulka 9: Proband č.9 měření na CASRI.....	37
Tabulka 10: Souhrn rozdílů tělesného složení pouze muži.....	38
Tabulka 11 Souhrn rozdílů schodovitý test pouze muži	38
Tabulka 12: Tělesné složení t-test pouze muži	39
Tabulka 13: Schodovitý test t-test pouze muži	39

Obsah obrázků

Obrázek 1: Přístroj TANITA MC-780	20
Obrázek 2: Běžecský pás pro schodovitý test na CASRI.....	25

Seznam příloh

Vzor podepisovaného informovaného souhlasu

SOUHLAS SE ZPRACOVÁNÍM OSOBNÍCH ÚDAJŮ

1. INFORMACE O ZPRACOVÁNÍ OSOBNÍCH ÚDAJŮ

Tímto dokumentem Vám poskytujeme informace o Vašich právech souvisejících se zpracováním Vašich osobních údajů správcem, kterým je CASRI, (Vědecké a servisní pracoviště tělesné výchovy a sportu)

za účelem: provedení laboratorního či terénního testování a souvisejících biochemických úkonů.

Doporučujeme Vám, abyste si informace pečlivě přečetli. Udělali jsme vše pro to, aby byly co nejsrozumitelnější. Pokud by vám i přesto nebylo něco jasné, rádi vám kterýkoli pojem nebo pasáž vysvětlíme.

a) Kdo zpracovává Vaše osobní údaje?

Správcem osobních údajů, tedy osobou, která určuje účely a prostředky a rozhoduje o zpracování Vašich osobních údajů za výše uvedeným účelem, je CASRI:

CASRI (Vědecké a servisní pracoviště tělesné výchovy a sportu)

Příspěvková organizace MO ČR

IČO: 49366378

se sídlem Podbabská 1590/3, Praha 6

telefon: 973204641

email: casri@casri.cz

Kontaktovat nás můžete také prostřednictvím osoby pověřené pro ochranu osobních údajů, kterého jsme jmenovali a kterým je:

██████████

██

████████████████████


b) Jak a proč jsou Vaše osobní údaje zpracovávány?

Při zpracovávání osobních údajů se řídíme příslušnými právními předpisy, zejména zákonem o zpracování osobních údajů a obecným nařízením o ochraně osobních údajů („GDPR“).

Zpracovávání Vašich osobních údajů za účelem viz. bod. 1 probíhá proto, abychom zajistili všechna naše i Vaše práva a povinnosti jako CASRI a klienta související s poskytováním této služby. Veškeré Vaše osobní údaje za uvedeným účelem zpracováváme na základě Vašeho níže uděleného souhlasu se zpracováním osobních údajů.

Vaše osobní údaje pro daný účel zpracováváme po dobu 10 let.

c) Které Vaše osobní údaje zpracováváme?

Zpracováváme pouze osobní údaje, které jsme získali přímo od Vás, a to v rozsahu

Jméno a příjmení

Datum narození

Data potřebná pro provedení a vyhodnocení testu:

Antropometrická data

Data z dietologické analýzy

Data z testu laktátové křivky

Data ze spirometrického testu

Data z biomechanického vyšetření

Data z kineziologického vyšetření

Biochemické parametry

Data z psychologických dotazníků

fNIRS data (blízká infračervená spektroskopie)

Obrazová dokumentace (fotografie, video)

a které jste nám poskytli na základě Vašeho níže uvedeného souhlasu za stanoveným účelem.

d) Jak chráníme Vaše osobní údaje?

Můžete si být naprosto jisti, že s Vašimi osobními údaji nakládáme s řádnou péčí a v souladu s platnými právními předpisy. Vaše osobní údaje chráníme v maximální možné míře, která odpovídá technické úrovni dostupných prostředků.

e) Jaká máte práva k Vaším osobním údajům?

Ve vztahu k Vaším osobním údajům, které zpracováváme, máte následující práva, která vůči nám jako správci můžete uplatnit:

právo získat potvrzení o (ne)zpracovávání Vašich osobních údajů a na přístup k osobním údajům, které se Vás týkají a které zpracováváme;

právo na opravu nebo doplnění Vašich osobních údajů, pokud jsou nepřesné nebo neúplné;

právo na výmaz nebo omezení zpracovávání Vašich osobních údajů, pokud jsou splněny podmínky dané právními předpisy;

právo vznést námitku proti zpracování osobních údajů, které se Vás týkají;

právo na přenesení Vašich osobních údajů k jinému správci.

Svá práva můžete uplatnit písemným podáním doručeným pověřené osobě pro ochranu osobních údajů, jak je uvedena v tomto informačním memorandu. K tomu můžete využít odpovídající formuláře dostupné na www.CASRI.cz.

Vzhledem k tomu, že Vaše osobní údaje pro tento účel zpracováváme na základě Vašeho souhlasu, máte právo Váš souhlas se zpracováním takových osobních údajů kdykoliv odvolat. K tomu můžete využít formulář dostupný na www.CASRI.cz.

Pokud se domníváte, že zpracování Vašich osobních údajů je v rozporu s právními předpisy, máte právo podat stížnost u dozorového úřadu, kterým je:

Úřad pro ochranu osobních údajů [www: https://www.uoou.cz](https://www.uoou.cz)

IČO: 708 37 627 se sídlem Pplk. Sochora 27, 170 00 Praha 7

2. SOUHLAS SE ZPRACOVÁNÍM OSOBNÍCH ÚDAJŮ

Já, níže
podepsaný.....

.....

narozen

dne.....

.....

prohlašuji, že jsem se seznámil s informacemi o zpracování osobních údajů podle bodu 1. tohoto prohlášení a na základě toho souhlasím s tím, aby správce, kterým je CASRI, zpracovával mé osobní údaje v rozsahu:

Jméno a příjmení

Datum narození

Data potřebná pro provedení a vyhodnocení testu:

Antropometrická data

Data z dietologické analýzy

Data z testu laktátové křivky

Data ze spirometrického testu

Data z biomechanického vyšetření

Data z kineziologického vyšetření

Biochemické parametry

Data z psychologických dotazníků

fNIRS data (blízká infračervená spektroskopie)

Obrazová dokumentace z vyšetření (fotografie, video)

Za účelem viz. bod 1 a za podmínek shora uvedených vaše osobní údaje zpracováváme po dobu 10 let.

ROZŠÍŘENÍ SOUHLASU PRO VĚDECKÉ A VÝZKUMNÉ ÚČELY

Souhlas s využitím pro vědecké a výzkumné účely *

ANO / NE

Po uplynutí 10 let souhlasím s užitím digitalizovaných dat mých osobních údajů **(v oblasti adaptace lidského organismu na zátěž, posuzování aktuálního stavu osob, profesního výběru a přípravy pro výkon povolání, servisní činnosti v oblasti pedagogiky, psychologie a speciální psychodiagnostiky, sociologie, profesního poradenství, fyziologie, biochemie, biomechaniky)** pro vědecké a výzkumné účely po anonymizaci (nevratný proces bez možnosti zpětné identifikace osoby).

V Praze dne

podpis

*povinné údaje