

Univerzita Karlova v Praze
Fakulta tělesné výchovy a sportu
Katedra gymnastiky

**Komparace vybraných tělesných parametrů
sportovních gymnastů a klasických kulturistů
v mimosezónním období**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:
Mgr. Michal Štefl, Ph.D.

Vypracoval:
Alain Pae

Praha, duben 2016

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně, pouze na základě studia odborné literatury a konzultací s vedoucím práce. Veškeré literární prameny, ze kterých jsem čerpal, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Praze, dne:

podpis studenta:.....

Evidenční list

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

Jméno a příjmení: Fakulta / katedra: Datum vypůjčení: Podpis:

Poděkování

Děkuji panu Mgr. Michalu Štefflovi, Ph.D. za velkou ochotu a cenné rady, které mi poskytl při zpracování bakalářské práce.

Alain Pae

ABSTRAKT

Název: Komparace vybraných tělesných parametrů sportovních gymnastů a klasických kulturistů v mimosezónním období

Cíle: Cílem práce bylo zjistit a porovnat základní antropometrické parametry a vybrané parametry tělesného složení u sportovních gymnastů a klasických kulturistů v mimosezónním období.

Metody: Práce měla charakter empirického výzkumu, jehož hlavní metodou bylo pozorování. Sledovaný soubor ($n = 12$) byl rozdělen rovnoměrně do dvou skupin dle dané sportovní specializace. Nejprve byly získány hodnoty základních antropometrických parametrů, poté metodou bioelektrické impedanční analýzy byly naměřeny hodnoty vybraných parametrů tělesného složení. K porovnání statistické významnosti rozdílů byl použit dvouvýběrový Mann Whitney's U test.

Výsledky: Statisticky významné rozdíly naměřených hodnot jsme zaznamenali u parametrů: tělesná hmotnost (p value = 0,002), tělesný tuk (%), tukuprostá hmotnost (%), tukuprostá hmotnost (kg) (p value = 0,002/0,002), tukuprostá hmotnost (%) (p value = 0,002), kosterní svalová hmotnost (%), kosterní svalová hmotnost (kg) (p value = 0,004/0,002), BMI (p value = 0,002), SMI (p value = 0,002) a celková tělesná voda (%) (p value = 0,004). Statistické významnosti jsme nedosáhli ($p > 0,01$) pouze u parametru absolutního množství tukuprosté hmoty (p value = 0,132). Nevýznamný rozdíl hodnot byl také zaznamenán u věku a tělesné výšky, což bylo ale záměrné z důvodu homogenosti testovaných skupin.

Závěr: Výsledky práce ukázaly, že odlišný cíl daných sportovních specializací charakteristických rozvojem svalové síly, může mít vliv na celkovou stavbu těla a tělesné složení.

Klíčová slova: sportovní gymnastika mužů, klasická kulturistika mužů, antropometrie, tělesné složení, bioelektrická impedance, mimosezónní období

ABSTRACT

Title: Comparison of selected physical parameters artistic gymnasts and classic bodybuilders in the off-season period

Objectives: The goal of the thesis was to determine and compare basic anthropometric parameters and selected physical parameters of artistic gymnasts and classic bodybuilders in the off-season period.

Methods: The work had the character of empirical research whereby the key approach was observation. Investigated group (n = 12) were divided evenly into two subgroups based on sports specialization. At the first stage, values for basic anthropometric parameters were obtained. Then, with the use of bioelectrical impedance analysis, values for selected parameters of body composition were measured. Two-sided Mann Whitney's U test was used to compare statistical significance of differences.

Results: Statistically important differences of the measured values have been recorded in the following parameters: body weight (p value = 0,002), body fat (% , kg) (p value = 0,002/0,002), fat free mass (%) (p value = 0,002), skeletal muscle mass (% , kg) (p value = 0,004/0,002), BMI (p value = 0,002), SMI (p value = 0,002) and total body water (%) (p value = 0,004). The only parameter that has not reached statistical significance (p>0,01) is the absolute amount of fat free mass (p value = 0,132). A negligible difference of values has also been recorded in age and body height which was intentional due to homogeneity of tested groups.

Conclusion: The results of the work showed that diverse goals of given sport specializations – characterized by development of muscle strength – may have an impact on overall body structure and composition.

Key words: men's artistic gymnastics, men's classic bodybuilding, anthropometry, body composition, bioelectrical impedance, off-season period

OBSAH

1 ÚVOD	10
2 TEORETICKÁ ČÁST	11
2.1 Gymnastika	11
2.1.1 Historie gymnastiky	11
2.1.2 Obecná charakteristika gymnastiky	12
2.1.3 Dělení gymnastiky	13
2.1.4 Charakteristika sportovní gymnastiky	14
2.2 Kulturistika	15
2.2.1 Historie kulturistiky	15
2.2.2 Obecná charakteristika kulturistiky	16
2.2.3 Dělení kulturistiky	17
2.2.4 Charakteristika klasické kulturistiky	18
2.3 Složení těla	19
2.3.1 Modely složení těla	19
2.3.1.1 Atomický model	20
2.3.1.2 Molekulární model	20
2.3.1.3 Buněčný model	20
2.3.1.4 Tkáňově - systémový model	21
2.3.1.5 Celotělový model	21
2.3.2 Tělesné komponenty	21
2.3.2.1 Tuková tkáň	21
2.3.2.2 Tukoprostá hmota	24
2.3.2.3 Tělesná voda	24
2.4 Metody zjišťování tělesného složení	25
2.4.1 Laboratorní metody	26
2.4.1.1 Denzitometrie	26
2.4.1.2 Hydrometrie	27
2.4.1.3 Duální rentgenová absorpciometrie	27
2.4.1.4 Měření celkového tělesného draslíku	27
2.4.2 Terénní metody	28
2.4.2.1 Antropometrie	28
2.4.2.2 Bioelektrická impedanční analýza	28

3 CÍL, HYPOTÉZY A ÚKOLY PRÁCE	30
3.1 Cíl práce	30
3.2 Hypotézy	30
3.3 Úkoly práce	30
4 METODIKA	31
4.1 Charakteristika sledovaného souboru	31
4.2 Použité metody	31
4.2.1 Základní antropometrické parametry	31
4.2.2 Analýza tělesného složení (InBody 230)	31
4.3 Sběr dat	32
4.4 Podmínky měření	32
4.5 Zpracování dat	33
5 VÝSLEDKY	33
5.1 Antropometrické parametry	34
5.2 Parametry tělesného složení	36
5.3 Vyhodnocení a porovnání jednotlivých zjišťovaných parametrů.....	37
5.3.1 Tělesná výška	38
5.3.2 Tělesná hmotnost	39
5.3.3 Tělesný tuk	40
5.3.4 Tukuprostá hmota	42
5.3.4 Kosterní svalová hmota	44
5.3.5 Index tělesné hmotnosti (BMI)	46
5.3.6 Index kosterního svalstva (SMI)	47
5.3.7 Celková tělesná voda	48
6 DISKUZE	49
7 ZÁVĚR	51
LITERATURA	52
PŘÍLOHY	56

Seznam použitých zkratk

BCM	body cell mass (buněčná hmota)
BF	body fat (tělesný tuk)
BIA	bioelektrická impedanční analýza
BMI	body mass index (index tělesné hmotnosti)
DEXA	dual-energy x-ray absorptiometry (duální rentgenové absorpciometrie)
ECM	extracellular mass (extracelulární hmota)
ECT	extracelulární tekutina
FFM	fat free mass (tukuprostá hmota)
ICT	intracelulární tekutina
SMI	skeletal muscle index (index kosterního svalstva)
SMM	skeletal muscle mass (kosterní svalová hmota)
TBM	total body mass (celková tělesná hmota)
TBW	total body water (celková tělesná voda)
TH	tělesná hmotnost
TV	tělesná výška
WHO	World Health Organization (Světová zdravotnická organizace)

1 ÚVOD

Téma sportovní gymnastiky a kulturistiky je dnes velmi aktuální, oba sporty jsou v popředí zájmu – kulturistika jako poměrně mladý a velmi diskutovaný sport a gymnastika zase jako sport s tisíciletou tradicí, která v poslední době slouží jako prostředek ke zvyšování výkonnosti v jiných sportech a ke kterému se vrací mnoho sportovních směrů, například nejmodernější sportovní směry jako je “Street Workout” jsou návratem k základním gymnastickým prvkům.

I mě jsou tato témata velmi blízká. Sportuji od svých pěti let, kdy jsem začal navštěvovat oddíl sportovní gymnastiky TJ Sokol Poděbrady. Gymnastice jsem se aktivně věnoval 10 let, avšak kvůli mému výškovému handicapu (vysoký vzrůst) jsem se ve svých 15 letech přeorientoval na basketbal. Hrál jsem za BCM Nymburk juniorskou extraligu a již ve svých 17 letech jsem pravidelně nastupoval za muže v 1. lize.

Po této zkušenosti s mužským basketbalem, kde jsem viděl rozdíl mezi mladými kluky a svalově, tedy i silově zkušenými hráči, jsem se rozhodl praktikovat kulturistické tréninky pro získání svalové hmoty a síly. Momentálně se věnuji druhým rokem americkému fotbalu, kde jsou tyto atributy rozhodujícím faktorem ovlivňující sportovní výkon

Gymnastika, stejně jako většina dalších sportovních disciplín, využívá svalstvo a tělo pouze jako prostředek k dosažení sportovního výkonu a tento výkon je poté hodnocen. Kulturistika se odlišuje od všech ostatních sportů tím, že samotným cílem snažení je rozvoj svalstva a atleticky souměrné postavy a toto je i samotným předmětem hodnocení na soutěžích (Černý a kol., 1993).

Gymnasti tedy rozvíjí svalovou sílu za účelem podání co nejlepšího sportovního výkonu, kulturisti také pracují na rozvoji svalové síly, avšak primárním cílem je svalová hypertrofie, která je naopak u gymnastiky nežádoucím prvkem.

V mé bakalářské práci nás bude zajímat, zda odlišný cíl těchto dvou individuálních sportovních disciplín, tedy sportovní gymnastiky a kulturistiky, nějak významně ovlivní složení těla aktivně soutěžících sportovců.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Gymnastika

2.1.1 Historie gymnastiky

S úplnými počátky gymnastiky se setkáváme již ve starověku. Základ filosofii dbající na tělesné a duševní zdraví byl dán v Číně, Indii a Egyptě (Skopová, Zítko, 2008). Z této doby dodnes přetrval například velmi oblíbený čínský systém zdravotních cvičení Kung-fu či indický systém jógy.

Slovo gymnastika pochází z řeckého slova „*gymnos*“ tzn. nahý a slova „*gymnasein*“ tzn. cvičiti nahý (Tůma a kol., 1980). Řekové kladli důraz na tělesnou krásu, která byla vypěstována tělesným cvičením. Pro řeky byla představa ideálu tzv. kalokagathia, harmonický soulad tělesné a duševní krásy (Grexa, 2007).

Po období úpadku vzdělanosti a péče o lidské tělo ve středověku dochází v období renesance k návratu k antickým ideálům. Vyzdvihování významu cvičení pro rozvoj člověka nelze přehlédnout v dílech J. A. Komenského či J. J. Rousseaua. Jejich pedagogické a filozofické myšlenky vedly k uznání tělocviku pro výchovu mládeže (Skopová, Zítko, 2008; Kubička, 1993).

Základními zdroji současné gymnastiky jsou tělocvičné systémy vytvořeny v Evropě koncem 18. a v průběhu 19. století. V Německu vznikl turnerský systém nářadového tělocviku, který zdůrazňoval korektivní a zdravotní funkci cvičení, rozvoj síly, vytrvalosti i charakterových vlastností. Hlavními představiteli tohoto směru jsou F. L. Jahn a E. Eiselen (Skopová, Zítko, 2008; Kubička, 1993).

Důraz na zdravotní význam cvičení kladl i P. H. Ling, který na základě poznatků anatomie a fyziologie vypracoval soustavu přesných cvičení. Jako kritika ortodoxní švédské gymnastiky vznikl systém francouzské přirozené metody. Jeho hlavním představitelem byl G. Demény, který zavedl dynamická cvičení prováděná plynule a rytmicky. Deményho učení ovlivnilo G. Héberta, skutečného zakladatele francouzské přirozené metody. Významná tzv. Hébertova přirozená metoda byla založena na

přirozených cvičení souvisejících s životosprávou a hygienickými návyky cvičenců (Skopová, Zítko, 2008).

V druhé polovině 19. století vytvořil v českých zemích svůj tělovýchovný systém dr. Miroslav Tyrš. Vycházel především z turnérského pojetí tělocviku a nářadové gymnastiky, ale i z jiných systémů. Tělesnou výchovu chápal v naprosté jednotě s výchovou rozumovou, mravní a estetickou. Systém (tělocvičná soustava) respektoval pravidlo všestrannosti. Tyršova sokolská soustava zahrnující tělovýchovnou teorii i sokolskou ideu vyústila do vynikajícího díla „Tělocvičné názvosloví“, které se používá dodnes (Skopová, Zítko, 2005).

V tomto období se začíná rozvíjet také cvičení žen. U nás byla nejvýznamnější představitelkou Klemeňa Hanušová, která je zakladatelkou Tělocvičného spolku paní a dívek pražských. S rozvojem ženské gymnastiky vznikají nové směry a odvětví (rytmická gymnastika, džezgymnastika), které se odlišují především používáním hudebního doprovodu, což má pozitivně ovlivňovat estetický prožitek cvičení a stimulovat cvičenky k tvořivosti (Křištofič a kol., 2003).

2.1.2 Obecná charakteristika gymnastiky

Jak už bylo zmíněno dle Tůmy a kol. (1980), slovo „*gymnastika*“ pochází z řeckého slova „*gymnos*“ tzn. nahý a slova „*gymnasein*“ tzn. cvičiti nahý. Pojem „*gymnastika*“ má tedy původ ve starořecké kultuře, kdy byl vnímán jako péče o tělo.

Ve slovníku cizích slov (Klimeš, 1981) zní definice gymnastiky jako soubor tělesných cvičení (na nářadí nebo bez nářadí) sledující všestranný tělesný rozvoj. Gymnastika je tedy soubor tělesných cvičení, jehož cílem je všestranný rozvoj lidského těla a udržení zdatnosti a celkové dobré výkonnosti (Choutka, 1988).

Jak uvádí Skopová a Zítko (2005), obsah pojmu gymnastika se vyvíjel a prošel mnoha proměnami souvisejícími s úrovní poznání, které bývá ovlivněno ekonomickým, historickým, politickým a kulturním prostředím v jednotlivých vývojových obdobích společnosti.

V současnosti chápeme gymnastiku jako otevřený systém uspořádaných, přesně určených gymnastických činností podílejících se na pohybové, estetické a společenské kultivaci člověka s cílem pozitivně ovlivňovat a rozvíjet pohybový projev cvičence (Křištofič a kol., 2009). O tom, že se jedná o otevřený systém, nás přesvědčuje například přibývání nových gymnastických sportů jako je Teamgym, Gymnastický aerobik, Gymnastická akrobacie aj. (Křištofič, 2008).

Gymnastika může být také doplňkovým sportem pro různé sportovní disciplíny. Pohybové prostředky gymnastiky jsou z hlediska působení na hybný systém člověka velmi všestranné a různorodé. Gymnastické cvičení zlepšuje celou řadu motorických schopností, proto se často objevuje jako prostředek zvyšování výkonnosti v kondiční přípravě jiných sportů (Křištofič, 2008).

Tvrzení, že jedinci, kteří si prošli gymnastickou přípravou si snadněji osvojují jiné sportovní disciplíny, mohou potvrdit svou vlastní zkušeností. Po deseti letech aktivní gymnastické činnosti jsem po přestupu na basketbal, později na americký fotbal mohl sám vnímat, jak mi gymnastika pomáhá v osvojování si nových pohybových dovedností. Kladný přínos gymnastiky jsem nepocíťoval pouze na motorické docilitě, ale také například na prostorové orientaci a celkové orientaci na hřišti, schopnosti ovládat své tělo či kontrolovaně zvládat pád po předchozím fyzickém kontaktu.

2.1.3 Dělení gymnastiky

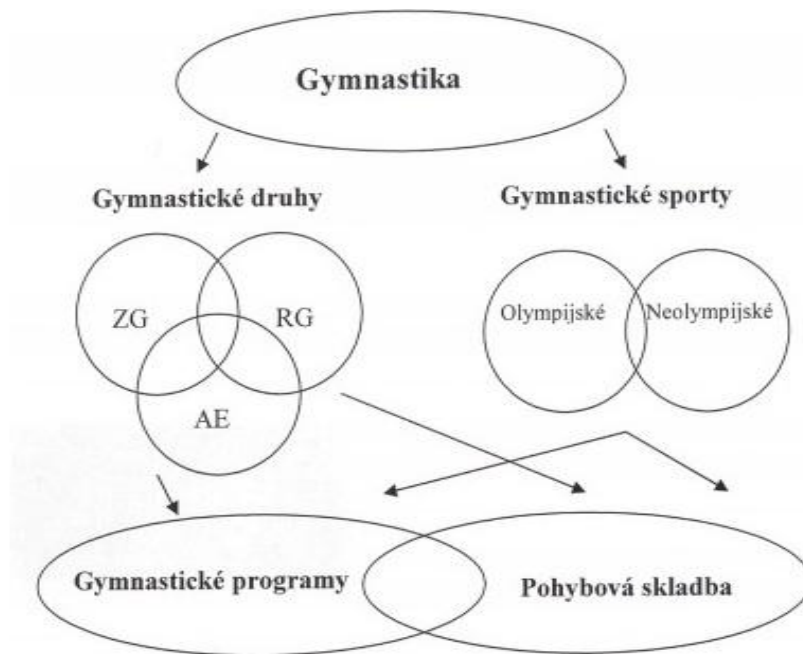
Stejně jako u definice gymnastiky se setkáváme s různými názory i na dělení gymnastiky. Každý autor může na gymnastiku nahlížet dle odlišných kritérií a hledisek a také ji dělit na různé směry. I když se všechny směry a druhy gymnastiky prolínají a navzájem ovlivňují, podle Skopové a Zítka (2005) za hlavní skupinu dle charakteru obsahu a účelu cvičení můžeme označit gymnastické sporty a druhy.

A. Gymnastické sporty

- *Olympijské*: sportovní gymnastika, moderní gymnastika, skoky na trampolíně
- *Neolympijské*: sportovní aerobik, sportovní akrobacie, TeamGym, aerobik fitness družstev, fitness jednotlivců, estetická skupinová gymnastika, akrobatický rokenrol

B. Gymnastické druhy

- *Základní gymnastika*: pořadová, prostná, s náčiním, na nářadí, akrobatická, užitá
- *Rytmičká gymnastika*: hudebně – pohybová výchova, cvičení bez náčiní, taneční choreografie
- *Aerobik*: kondiční, bez náčiní i s náčiním, taneční choreografie



Obr. 1: Dělení gymnastiky (Novotná, V., Panská, Š., Chrudimský, J., 2009)

2.1.4 Charakteristika sportovní gymnastiky

V této části se podrobněji zaměříme na jeden z gymnastických sportů, který je předmětem našeho zkoumání a to na sportovní gymnastiku, konkrétně pak sportovní gymnastiku mužů.

Sportovní gymnastika se řadí mezi skupinu sportů „koordinačně - estetických“ či „technicko - estetických“ a vyžaduje zvládnutí velkého množství pohybových úkonů společně s estetickým projevem (Křištofič, 2008).

Sportovní gymnastika se zcela odlišuje od ostatních sportovních odvětví. První odlišností je pohybový obsah, který u každé disciplíny tvoří relativně samostatný systém pohybových činností (Libra a kol., 1973). Další odlišností od ostatních sportů je

rozdílnost pohybového obsahu u mužů a žen, včemž je sportovní gymnastika naprosto jedinečná (Libra a kol., 1971).

Podoba dnešního víceboje mužů a žen se vyvinula v dlouholetém procesu vývoje pohybového obsahu celé sportovní gymnastiky v těsné závislosti na biologických odlišnostech mužů od žen. Mezi disciplíny mužského víceboje patří přeskok, kruhy, bradla, prostná, hrazda a kůň našir. Ženy soutěží ve čtyřboji, který zahrnuje bradla o nestejně výši žerdi, kladinu, prostná a přeskok. Odlišné disciplíny vícebojů vyžadují nácvik odlišných souborů cvičebních tvarů za zcela jiných mechanických podmínek (Libra a kol., 1973).

Sportovní gymnastika je náročný sport vyžadující vysokou míru kloubní pohyblivosti, obratnosti a síly. Jedná se o sport individuální při němž závodníci předvádějí silové či švihové gymnastické prvky na jednotlivých nářadích. Gymnastický výkon je závislý na mnoha faktorech, cvičení kladou nároky především na koordinaci svalové činnosti v prostoru a čase. U statických cviků jsou kladeny velké nároky na sílu daných svalových skupin. Gymnasti předvádí krátké sestavy okolo jedné minuty, kde velikost intenzity zatížení závisí na dané disciplíně (Bernaciková, 2011).

2.2 Kulturistika

5.2.1 Historie kulturistiky

Kulturistika má své počátky již ve starověku a to ve starém Řecku a Římě, kde byl kladen velký důraz na fyzický rozvoj a kondici. Typickým příkladem jsou římscí gladiátoři, kteří potřebovali k boji velmi dobrou celkovou fyzickou zdatnost. V Řecku byla naopak pozornost věnována spíše disciplínám, jako jsou skoky do dálky či hody. Podobně jako v současné době byli úspěšní sportovci velmi populární, zejména díky olympijským hrám, které přetrvaly dodnes (Thorne, Embleton, 1998).

Název kulturistika má za základ latinské slovo „*kultura*“ tzn. zušlechtovat či pěstovat. Anglický název „*Body Building*“ dobře vystihuje hlavní účel tohoto cvičení, tj. ovlivnění tvaru a rozměrů těla. První systémy takového cvičení se začaly objevovat počátkem 19. století. Nejznámější z nich je systém Angličana Eugena Sandowa (1867-

1925), který vypracoval speciální sestavu cviků se zátěžemi s cílem symetricky rozvíjet všechny svalové skupiny. Roku 1903 vyšla v Londýně jeho kniha s názvem „Body Building“, která později dala v anglosaských zemích název celému hnutí. Výrazný rozkvět tohoto cvičení nastal po 2. světové válce, kdy roku 1946 byla založena mezinárodní federace kulturistiky IFBB („International Federation of Body Builders“), na které se zpočátku podíleli jen USA a Kanada. Velkou zásluhu na jejím zrodu a vývoji měli Američané bratři Joe a Ben Weiderové. V současné době má tato federace více než 130 členských zemí a je šestou největší sportovní federací na světě (Stackeová, 2003).

U nás se kulturistika začala rozvíjet počátkem 60. let. Oficiálně uznávána byla od roku 1964, kdy byla jako samostatná komise přiřazena ke vzpírání. Původně byla zastřešena mezinárodní federací FIHC (Fédération Internationale Halterophile et Culturiste), avšak roku 1968, kongres FIHC kulturistiku vyčlenil a doporučil přihlásit se do IFBB, tedy do již zmiňované mezinárodní federace založené roku 1946 bratry Weiderovými (Černý a kol., 1993).

5.2.2 Obecná charakteristika kulturistiky

Kulturistika se řadí mezi tzv. silové disciplíny, neboť se oddělila od vzpírání. Důvodem tohoto oddělení bylo zřejmě to, že primárním cílem kulturistiky není rozvoj svalové síly za účelem dosažení co nejlepšího sportovního výkonu jak u ostatních silových sportů, ale jde zde především o rovnoměrné posílení všech svalových partií lidského těla, tak aby bylo dosaženo mohutnosti a vyrýsovanosti svalstva, při zajištění symetričnosti a estetičnosti postavy (Thorne, Embleton, 1998).

Na kulturistku lze nahlížet jako na cvičení prováděná v posilovnách či fitness centrech, jejichž hlavní náplní je cvičení s volnými činkami, kladkami a cvičení na strojích, doplněné o aktivity aerobního charakteru na speciálních trenažerech (Kolouch, Kolouchová, 1990).

Dle Schwarzeneggera a Dobbinse (1995) je kulturistika proces budování a rýsování svalů za pomoci různých tréninkových metod, které se projevují v důsledku narůstajícího odporu břemene. Kulturistika je disciplínou, při níž dochází nejen k rozvoji svalové síly, ale především k progresivní změně zvané svalová hypertrofie, která

je v této sportovní disciplíně primárním cílem. Snahou je dosažení esteticky dokonalé postavy, což souvisí se symetrií těla, proporcemi a tvarem jednotlivých partií.

Stejně jako gymnastika, tak i kulturistika neboli kulturistické posilování je v současné době součástí přípravy téměř všech sportovních disciplín. Při správném posilování se nedosahuje pouze dokonalého vzhledu jednotlivých svalových partií, ale také se pozitivně ovlivňuje například srdeční oběh, celková tělesná látková výměna či nervový systém (Grosser, 1999)

5.2.3 Dělení kulturistiky

V nejširším pojetí lze kulturistiku rozdělit do dvou základních forem. První z nich je kulturistika kondiční, která má největší počet příznivců. Je to nesoutěžní forma cvičení přihlížející k individuálním zvláštnostem cvičících. Využívá běžného kulturistického nářadí, klasických kulturistických metod a uznávaných poznatků kulturistiky sportovní. Lze ji dále rozdělit na kondiční kulturistiku kolektivní a individuální (Kolouch, Kolouchová, 1990).

Nás však zajímá druhá forma a to kulturistika sportovní. Je to soutěžní forma kulturistiky pro muže, ženy a dorostence. Sportovci se snaží náročným tréninkem a dodržováním přísné životosprávy dosáhnout maximálního svalového rozvoje při zachování dokonalé souměrnosti jednotlivých svalových skupin a celé postavy. Právě tyto parametry jsou samotným předmětem hodnocení na soutěžích (Kolouch, Kolouchová, 1990).

V České republice dále dělíme sportovní kulturistiku dle následujících kritérií (Rašín a kol., 2013):

A. Disciplín

- soutěže v kulturistice
- soutěže v klasické kulturistice
- soutěže ve fitness
- soutěže v bodyfitness
- soutěže ve fitness dětí

- soutěže v bikiny fitness
- soutěže v atletickém fitness

B. Pohlaví

- muži
- ženy

C. Věkových kategorií

- soutěže dětí
- soutěže dorostu
- soutěže juniorů
- soutěže mužů a žen
- soutěže masters

D. Významu

- mistrovství světa a mistrovství Evropy
- ostatní mezinárodní soutěže
- soutěže mistrovské
- soutěže nemistrovské

5.2.4 Charakteristika klasické kulturistiky

V této kapitole se podrobněji zaměříme na jednu z kulturistických disciplín, která je předmětem naší práce a to na klasickou kulturistiku, konkrétně pak klasickou kulturistiku mužů.

Tato kategorie patří k historicky mladým, novějším kategoriím. Byla zavedena z důvodu zatraktivnění kulturistiky, neboť v této kategorii nejde primárně o co největší svalové objemy, což je současný nešvar mnohých soutěží sportovní kulturistiky, ale svalový objem zde kráčí ruku v ruce s estetikou.

Aby se zamezilo nadměrnému množství svalové hmoty na úkor estetiky, byli jednotliví účastníci rozděleni do skupin definovány poměrem výšky k váze. Například závodník, který měří 174 cm, může mít podle pravidel maximální tělesnou hmotnost 78 kg. Je

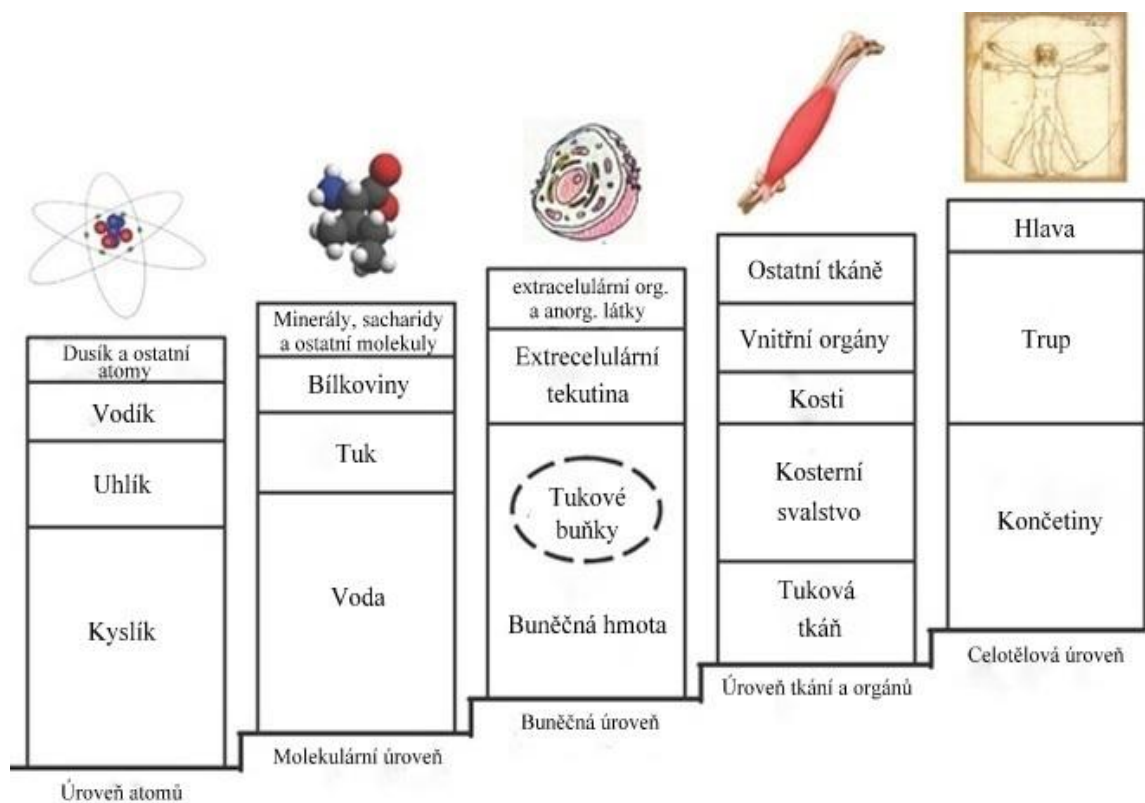
tedy zapotřebí si důkladně rozmyslet, kde a kolik případné svalové hmoty chceme vybudovat, tak aby byla dodržena symetrie a estetika a zároveň jsme splňovali podmínky hmotnosti. Průběh soutěže vypadá stejně jako ve sportovní kulturistice, tedy předvedení sedmi povinných postav a následné provádění volné sestavy, kterého se mohou zúčastnit pouze vybraní finalisté (Kulturistika, 2007).

2.3 Složení těla

Složení těla, tedy podíl jednotlivých tkání na celkové hmotnosti těla, je pro každého člověka zcela jedinečné. Liší se podle pohlaví od nejútlejšího věku a podléhá změnám v průběhu celého života. A to nejen v závislosti na stupni vývoje či stárnutí, ale především podle kalorické rovnováhy a úrovně i rychlosti obratu energie v organismu za jednotku času. Toto je určováno hlavně výživou a pohybovou aktivitou neboli svalovou prací (Pařízková, 1973).

2.3.1 Modely složení těla

Existuje velké množství studií zabývajících se stanovováním složení těla. V posledních letech bylo však formulováno a definováno pět modelů pro odhad tělesného složení, podle kterých lze tělo rozdělit do pěti různých, oddělených, ale integrovaných úrovní. Jedná se o úroveň atomovou, molekulární, buněčnou, úroveň orgánových tkání a úroveň celého těla (Wang et al., 1992).



Obr. 2: Pěti-úrovňový model měření tělesného složení (Wang, Pierson, Heymsfield, 1992)

2.3.1.1 Atomický model

Atomický model je založen na souboru atomů (prvků) tvořící lidské tělo. 98 % tělesné hmotnosti představuje šest prvků (kyslík, uhlík, vodík, dusík, vápník a fosfor), zbývajících 2 % dalších 44 prvků (Riegerová a kol., 2006).

2.3.1.2 Molekulární model

Jedenáct hlavních prvků vytváří molekuly představující více jak 100 000 chemických sloučenin, které tvoří lidské tělo. Hlavními komponentami jsou: voda, tuk, bílkoviny, minerály a glykogen, které dohromady tvoří tělesnou hmotnost (Malá a kol., 2014).

2.3.1.3 Buněčný model

Představuje spojení jednotlivých molekulárních komponent v buňky. Tělesnou hmotu vytváří tyto tři složky: buněčná hmota (buňky svalů, pojiva včetně tukových buněk, epiteliální a nervová tkáň), extracelulární tekutina (plazma, tkáňový mok) a extracelulární organické a anorganické látky (Wang et al., 1992).

2.3.1.4 Tkáňově – systémový model

Složky buněčného modelu se dále organizují do tkání, orgánů a systémů. Rozlišujeme čtyři tkáňové systémy, které tvoří celkovou tělesnou hmotnost – tuková tkáň, kosterní svalstvo, kosti a krev. Z čehož vyplývá rovnice tělesné hmotnosti rovnající se systému muskuloskeletálnímu (kostni, svalová, tuková tkáň), kožnímu, nervovému, respiračnímu, oběhovému, zaživacímu, vyměšovacímu, reprodukčnímu a endokrinnímu (Wang et al., 1992).

2.3.1.5 Celotělový model

V rámci tohoto modelu se ke sledování používá antropometrických měření jednotlivých ukazatelů, kterými jsou: tělesná výška a hmotnost, hmotnostně – výškové indexy, obvodové, délkové a šířkové rozměry, kožní řasy a objem těla, z něhož je vypočítána denzita těla vypovídající o aktivní tělesné hmotě a depotním tuku (Wang et al., 1996).

Dnes se nejvíce využívá model zkoumající tělesné složení na úrovni molekulární, který rozděluje lidské tělo od dvou do šesti komponent. Dvoukomponentový – 2C model rozděluje tělo na tukovou (FM – fat mass) a tukoprostou hmotu (FFM – fat free mass), tedy TBM (total body mass) = $FM + FFM$. Tento model je běžně používaný a nejrozšířenější klinický model aplikovaný ve výzkumu složení těla (Heymsfield, 2005). Dvousložkové modely (2C) používá k měření např. antropometrie, densitometrie, bioimpedanční metody a isotopové diluční metody – hydrometrie (Kučera, Dylevský, 1999).

2.3.2. Tělesné komponenty

2.3.2.1 Tuková tkáň

Tuková tkáň je nejvariabilnější komponentou hmotnosti těla. Je hlavním faktorem inter- i intra-individuální variability tělesného složení v průběhu celého vývoje. Pro organismus je rizikové jak příliš vysoké, tak příliš nízké množství tuku. V obou případech se tuková hmota stává významným faktorem vzniku a průběhu řady onemocnění. Je však snadno ovlivnitelná výživou a pohybovou aktivitou (Pařízková, 1997).

Tuková hmota zahrnuje všechny extrahované tuky z tukových a jiných tkání v těle. Všechny zbytkové látky a tkáně, včetně svalů, kostí, pojivových tkání a vnitřních orgánů zahrnuje tukuprostá hmota (Heyward, Wagner, 2004).

Tělesný tuk je zde brán jako chemická látka, tzn. že se jedná o všechny lipidy lidského těla, přičemž je pak nutno odlišit tukové buňky či tukovou tkáň jako takovou. Tělesný tuk je shromažďován v adipocytech (tukových buňkách) a jeho ukládání je dáno jejich počtem a velikostí. Vývoj adipocytů je řízen hormonálně a neuroendokrinními systémy, ve vztahu k regulaci energetické rovnováhy. Na zvětšování rozsahu tukové tkáně se uplatňují především vlivy genetické a vlivy zevního prostředí, zvláště výživy. K tomuto zvětšování dochází z důvodu mechanismu zvaném hyperplazie - zvyšování počtu tukových buněk či hypertrofie - zvětšování objemu tukových buněk (Kinkorová, 2004).

Určité množství tuku je pro lidský organismus nezbytné. V lidském těle rozlišujeme dvě hlavní složky celkového tělesného tuku

Tuk zásobní (depotní) je uložený v podkoží nebo viscerálně (vzájemný poměr je dán individuální variabilitou jedince). Optimální procento tělesného tuku je dáno věkem, pohlavím, rasou, úrovní pohybové aktivity atd. Ženy mají obecně větší množství tukové hmoty než muži, což souvisí se specifickou úlohou tuku v reprodukčních procesech (Všetulová, Bunc, 2004). Tabulka 1 a 2 dle Lohmana (1992) uvádějí standardy tělesného tuku u mužů a žen.

Tuk základní (esenciální) je nezbytný pro správnou funkci a stavbu nervové soustavy a dalších orgánů, také má významnou úlohu v ochraně orgánů. Množství základního tuku se pohybuje v rozmezí mezi 3 – 5 % tělesného tuku pro muže a 8 – 12 % pro ženy (Dlouhá, 1998).

Tabulka 1: Standardy tuku (%) pro muže (Lohman, 1992)

Standardy tuku (%)	Muži
zdravotní minimum tuku	< 5
nízká hodnota (podprůměr)	6 - 14
střední hodnota (průměr)	15
vysoká hodnota (nadprůměr)	16 - 24
norma pro obezitu (riziko)	> 25

Tabulka 2: Standardy tuku (%) pro ženy (Lohman, 1992)

Standardy tuku (%)	Ženy
zdravotní minimum tuku	8 – 12
nízká hodnota (podprůměr)	12 – 22
střední hodnota (průměr)	23
vysoká hodnota (nadprůměr)	24 – 31
norma pro obezitu (riziko)	> 32

Pro jednotlivé sportovní specializace jsou typická určitá procentuální zastoupení tukové tkáně. Je obecně známo, že vyšší množství podkožního tuku má u většiny sportů negativní vliv na výkon. Snižuje pohyblivost i relativní sílu, zhoršuje ekonomiku pohybu a ve sportech jako je například lyžování, cyklistika či rychlobruslení, ovlivňuje díky zvětšení objemu těla odpor prostředí při pohybu. Naopak například u dálkových plavců je větší množství podkožního tuku žádoucí, neboť podporuje vztlak vody a vytváří tepelnou izolaci vůči působení chladu. Větší množství tuku je vhodné i u vrhačů, pomáhá tak udržet stabilitu při odhodu a také na některých pozicích při kontaktních sportech, kde tuk vytváří ochranu proti tvrdým nárazům (ragby, americký fotbal). V ultravytrvalostních sportech slouží vyšší podíl tuku jako dlouhodobý zdroj energie (Grasgruber, Cacek, 2008). Průměrné hodnoty procentuálního podílu tuku u sportovců dle jednotlivých sportovních specializací jsou uvedeny v tabulce 3 (Riegerová a kol., 2006).

Tabulka 3: Průměrné hodnoty podílu tuku (%) u sportovců (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006)

Sport	Muži (%)	Ženy (%)	Sport	Muži (%)	Ženy (%)
Baseball	12 - 15	12 - 18	Veslování	6 - 14	12 - 18
Basketbal	6 - 12	20 - 27	Golf	16 - 20	20 - 28
Kulturistika	5 - 8	10 - 15	Lyžování	7 - 12	16 - 22
Cyklistika	5 - 15	15 - 20	Sprint	8 - 10	12 - 20
Fotbal (obránci)	9 - 12	-	Plavání	9 - 12	14 - 24
Fotbal (útočníci)	15 - 19	-	Tenis	12 - 16	16 - 24
Gymnastika	5 - 12	10 - 16	Triatlon	5 - 12	10 - 15
Skok do výšky	7 - 12	10 - 18	Volejbal	11 - 14	16 - 25
Lední hokej	8 - 15	12 - 18	Vzpěrači	9 - 16	-
Raketbal	8 - 13	15 - 22	Zápas	6 - 16	-

2.3.2.2 Tukoprostá hmota (aktivní tělesná hmota)

Tukoprostou hmotu - FFM (Fat Free Mass) můžeme definovat jako celkovou tělesnou hmotnost bez tuku. Jedná se o heterogenní komponentu tělesného složení obsahující 3 složky (kostra, svalstvo, vnitřní orgány). Jejich podíl je proměnlivý v závislosti na věku, pohybové aktivitě a dalších exogenních i endogenních činitelích. Hmotnost FFM je tedy přibližně formována z 60 % svalstvem, z 25 % opěrnými a pojivovými tkáněmi a z 15 % je tvořena vnitřními orgány (Riegerová a kol., 2006).

Tukoprostou hmotu lze také diferencovat na extracelulární – ECM (Extracellular mass) neboli mimobuněčnou a hmotu intracelulární – BCM (Body cell mass) neboli vnitrobuněčnou.

Intracelulární hmota tvoří všechny buňky, které využívají kyslík a jsou schopné oxidovat sacharidy. Jedná se tedy o kosterní svalovinu, srdeční a hladkou svalovinu, vnitřní orgány, krevní elementy, žlázy a nervový systém. Je hlavním sledovaným parametrem výživového stavu a metabolismu organismu a standardním parametrem sledování spotřeby energie. Vnitrobuněčná hmota je dána genetickými faktory, věkem a tělesnou zdatností. U zdravých dospělých jedinců tvoří více než 50 % FFM, u sportovců i přes 60 %. V průběhu stárnutí organismu se BCM snižuje. Bylo ale dokázáno, že pravidelnou pohybovou aktivitou lze její hodnotu udržovat (Pařízková, 1973).

Extracelulární hmota je součástí aktivní tělesné hmoty (FFM), která se nachází mimo buňky. Je tvořena složitou sítí polysacharidů (např. glykosaminoglykany) a proteinů (např. kolagen) vylučovanými buňkami uložená vně buněk. Nejvíce mimobuněčné hmoty se nachází v chrupavce, kostech a kůži, nejméně v centrálním nervovém systému (Trojan a kol., 2003).

Jak uvádí Riegerová a kol. (2006), podstatně vyšších hodnot tukoprosté hmoty dosahují jedinci výrazně pohybově aktivní, a to v závislosti na typu tělesného zatížení. Nejvyšších hodnot dosahují jedinci velmi vysoké sportovní výkonnosti a to především v silových sportech.

2.3.2.3. Tělesná voda

Tělesná voda tvoří největší podíl na celkové hmotnosti člověka. V těle má mnoho důležitých funkcí: slouží jako transportér živin a ostatních látek, funguje jako

rozpouštědlo, je nezbytná pro průběh metabolických reakcí, hraje klíčovou roli při trávení a vstřebávání, účastní se na procesu tvorby energie, pomáhá při regulaci tělesné teploty, chrání okolí kloubů včetně míchy atd. V průběhu života se její obsah mění v závislosti na věku, pohlaví a množství tuku v těle (InBody, 2009).

Nejvíce vody obsahuje tělo novorozence 80 - 85 %, nejméně mají lidé starší 70 ti let \leq 50%. U dospělého člověka je celkový podíl tělesné vody na hmotnosti kolem 63 % u muže a 53 % u ženy. Pohlavní rozdíl je dán větším zastoupením tukové tkáně na hmotnosti těla ženy než muže, jelikož tuková tkáň obsahuje jen cca 10 % vody oproti tkáni svalové, která obsahuje cca 75 % vody (Rokyta, Šťastný, 2002).

Stejně jako tukoprostou hmotu dělíme i tělesnou vodu, tedy na tekutinu intracelulární (ICT) neboli tekutinu uloženou uvnitř buněk a extracelulární (ECT) čili tekutinu uloženou mimo buňky.

Intracelulární tekutina tvoří největší podíl celkové tělesné hmotnosti a to 40 %. Dalších 20 % tvoří tekutina extracelulární z čehož 15 % připadá na tekutinu mezibuněčného prostoru, 4 – 5 % na tekutinu v cirkulaci a 1 % tekutiny transcelulární, ke které patří například likvor, kloubní tekutiny, tekutina v trávicím ústrojí, nitrooční tekutina, malá množství tekutiny v abdominální a pleurální dutině aj. (Rokyta, Šťastný, 2002).

2.4 Metody zjišťování tělesného složení

Pro určení tělesného složení byla vyvinuta celá řada metod jejichž výběr závisí především na metodických možnostech a účelu měření. Dle Pařízkové (1998) můžeme tyto metody rozdělit do tří základních skupin, které si teď podrobněji popíšeme.

a) přímé metody (I. úroveň)

Tato metoda pro stanovení složení těla umožňuje pouze pitva, nelze tedy pochybovat o její přesnosti, je však prakticky nevyužitelná.

b) nepřímé standardní laboratorní (referenční) metody (II. úroveň)

Používají se k určení procentuálního zastoupení tělesného tuku a aktivní tělesné

hmoty. Jedná se o tzv. metody jednou nepřímé, které měří jinou veličinu než tělesný tuk např. tělesnou denzitu, celkovou tělesnou vodu aj. S použitím jednoho či více kvalitativních předpokladů (o vztahu mezi měřenou veličinou a množstvím tuku) se vypočítává výsledná hodnota. Jedná se o velmi přesné metody, které jsou však určeny pro laboratorní využití díky své vysoké technické a finančně provozní náročnosti (Kutáč, 2009).

c) nepřímé terénní metody (III. úroveň)

Metody tzv. dvakrát nepřímé se používají k určení procentuálního zastoupení tělesného tuku a aktivní tělesné hmoty, jsou však méně přesné. Používají přepočtové rovnice pocházející z některé metodiky ve II. úrovni. Tato skupina metod je pro svou relativní dostupnost a menší náročnost častou volbou pro aplikaci na početně různě objemných skupinách (Všetulová, Bunc, 2004; Vilikus a kol., 2004).

2.4.1 Laboratorní metody

2.4.1.1 Denzitometrie

Tato metoda vychází z předpokladu, že denzita aktivní hmoty je 1,1 a depotního tuku 0,9. Denzitometrie je považována za metodu referenční, podle které je testována spolehlivost ostatních novějších metod. Objem těla je zjišťován různými způsoby, přičemž nejrozšířenější je využití principu Archimédova zákona. Používá se hlavně hydrostatické vážení – objem těla je zjišťován z rozdílu hmotnosti těla změřené na suchu a pod vodou s korekcí na denzitu a teplotu vody v okamžik vážení. Pro přesné výsledky je třeba měřit objem vzduchu v plicích a dýchacích cestách pomocí diluční metody dusíkové nebo hélia. Další možností je voluminometrie (měřen je skutečný objem vody vytlačené ponořeným subjektem) nebo pletysmografie (objem těla je stanoven na základě tlakových změn vyvolaných pumpou o známém zdvihu) (Pařízková, 1998; Riegerová a kol., 2006).

Výhodou denzitometrie je, že zjišťuje současně depotní tuk i aktivní tělesnou hmotu. Dalšími výhodami jsou relativně nízká cena (ve srovnání s ostatními metodami), možnost častého opakování či absence zdravotních rizik. Nevýhodou této metody je

však neschopnost měřit malé děti nebo starší lidi, nemocné či subjekty se změněnou hydratací, které nejsou schopny spolupracovat při vážení pod vodou (Kunešová, 2000).

2.4.1.2 Hydrometrie

Tato metoda měří celkovou tělesnou vodu neboli TBW (Total Body Water). Základem pro stanovení tělesného složení z TBW se stal poznatek, že voda není obsažena v rezervním tuku, ale tvoří relativně fixní frakci tukuprosté hmoty. Výpočet aktivní tělesné hmoty (FFM) z celkového objemu vody vychází z předpokladů normální hydratace (73%). Množství tuku je pak vypočítáno jako rozdíl tělesné hmotnosti a aktivní tělesné hmoty (Riegerová a kol., 2006).

Velmi často se používají diluční isotopové metody pomocí různých měřitelných radioaktivních isotopů (tracerů), které se rozptýlí rovnoměrně v obsahu vody organismu. Nejčastěji používané tracery jsou isotopy vodíku – deuterium a tritium (Pařízková, 1998).

2.4.1.3 Duální rentgenová absorpciometrie (DEXA)

Tato metoda je považována za „zlatý standard“ laboratorních metod. Původně byla určena pro stanovení denzity kostí, dnes se však používá i jako metoda pro hodnocení tělesného složení (Riegerová a kol., 2006).

DEXA je zobrazovací metoda měřící diferenciální ztenčení dvou rentgenových paprsků, které procházejí organismem. Tato metoda rozlišuje kostní minerály od měkkých tkání, které dále rozděluje na tuk a tukuprostou hmotu. Výhodou tohoto měření je, že kromě celkového tělesného složení stanoví také složení jednotlivých segmentů těla. Vyžaduje rovněž minimální spolupráci vyšetřovaného. Nevýhodou je však vysoká cena a nutnost vystavení se určitému množství rtg záření (Bláha a kol., 2006; Pařízková, 1998).

2.4.1.4 Měření celkového tělesného draslíku

V lidském organismu se přirozeně vyskytuje radioaktivní izotop ^{40}K , který lze měřit v celotělovém počítači cloněném od externího záření. Vzhledem k tomu, že se tento izotop draslíku vyskytuje v konstantní koncentraci a to pouze v aktivní tělesné hmotě, je možné z výsledku měření vypočítat jeho množství v těle. Nevýhodou tohoto postupu je

vysoká cena celotělového počítače a nutnost časté kalibrace potřebné pro přesné výsledky při různé velikosti měřeného subjektu (Pařízková,1998).

Mezi laboratorní metody patří i složitější a finančně náročnější metody pro hodnocení vícesložkového modelu tělesného složení, např. neutronová aktivační analýza (NAA), kreatinová exkrece či zobrazovací techniky jako počítačová tomografie (CT) nebo magnetická rezonance (MR) (Pařízková,1998).

2.4.2 Terénní metody

2.4.2.1 Antropometrie

Antropometrii chápeme jako soubor standardizovaných metod používaných k měření vnějších rozměrů lidského těla. Tyto rozměry jsou hlavně kosterní a obvodové míry. Mezi nejpoužívanější antropomotorické metody patří především určování tělesné hmotnosti a výšky, měření obvodu pasu, zjišťování BMI (index tělesné hmotnosti) a tloušťky kožních řas. Měření tloušťky kožních řas je široce používanou, cenově dostupnou a poměrně rychlou metodou k posuzování tukové frakce za použití speciálního měřicího přístroje zvaném kaliper. Vychází z předpokladu, že tloušťka podkožní tukové tkáně je v konstantním poměru k celkovému množství tuku a místa zvolená pro měření kožních řas reprezentují průměrnou tloušťku podkožní tukové vrstvy. Celkové množství tuku je pak dopočítáno na základě regresních rovnic pro dané skupiny obyvatel. Obsah tuku v těle lze určit i z jedné hodnoty kterékoli kožní řasy, avšak dá se předpokládat, že zvolením metody s více měřeními místy dosáhneme přesnějších výsledků. Existuje mnoho modelů měření dle různých autorů, nejčastěji používaným je však odhad tělesného složení ze součtu deseti kožních řas podle metodiky Pařízkové (1962). Výsledky měření jsou závislé jak na typu použitého kaliperu, tak na osobě, která měření provádí. Chyba měření se tak může vyšplhat až na 9 – 10 % (Riegerová, 2006).

2.4.2.2 Bioelektrická impedanční analýza (BIA)

Bioelektrická impedance je jednoduchá, poměrně levná a rychlá metoda založena na 2C modelu pro odhad tělesného složení. V současné době se velmi rozšiřuje po celém světě

a snaží se nahradit podstatně dražší a náročnější analýzy těla. Je využívána v širokém spektru oborů, od různých klubů zdraví, obezitologických a diabetologických pracovišť jako podpůrný nástroj při redukci hmotnosti až po klinickou praxi, kde slouží jako diagnostický a kontrolní nástroj pro sledování správného stavu výživy celého organismu i všech jeho jednotlivých částí (Janouch, 2008).

Metoda je založena na rozdílném šíření elektrického proudu různými biologickými strukturami. Tukoprostá hmota je díky velkému zastoupení elektrolytů a vody dobrým vodičem, kdežto tuková tkáň má spíše vlastnosti izolátoru. Pro měření je využíván střídavý proud o nízké intenzitě (400 až 800 μA) a frekvenci (1 až 1000 kHz) v závislosti na přístroji. Jak už bylo výše zmíněno, tělesná voda úzce souvisí s aktivní tělesnou hmotou. Čím větší podíl tukoprosté hmoty, tudíž i tělesné vody, tím menší odpor je kladen elektrickému proudu a jsou nižší hodnoty impedance (Riegerová a kol., 2006; Bužga, 2012).

V současnosti je možné se setkat s mnoha přístroji pracujícími na principu bioelektrické impedance. Hlavním rozdílem mezi jednotlivými přístroji je využití různých softwarů a odlišnost výstupních parametrů. Nejpoužívanější jsou tzv. bipolární přístroje neboli zařízení po dvou elektrodách, kdy proud prochází pouze jednou polovinou těla. Můžeme se setkat s verzí bimanuální pro uchopení pažemi, kdy proud prochází pouze horní polovinou těla či bipedální s lokalizací elektrod na ploskách nohou, kdy naopak proud prochází pouze částí dolní. Pro větší přesnost stanovení BIA se uplatňují spíše přístroje se čtyřmi či dokonce osmi dotykovými elektrodami (Riegerová a kol., 2006; Bužga, 2012).

Dalším kritériem je počet frekvencí elektrického proudu, se kterým přístroj pracuje. Přístrojová technika mono-frekvenční je méně přesná, dokáže rozlišit pouze tukoprostou hmotu a tělesnou vodu narozdíl od technologie multi-frekvenční, která dokáže rozeznat i složku intracelulární a extracelulární.

Nevýhodou BIA metod je ignorace stavu hydratace organismu a nemožnost použití u pacientů s amputací končetiny, z důvodu nemožnosti využití žádné predikční rovnice. Dalším problémem jsou abnormality tělesné geometrie a odlišná tělesná kompozice u různých etnických skupin (Heyward, Wagner, 2004).

3 CÍL, HYPOTÉZY A ÚKOLY PRÁCE

3.1 Cíl práce

Cílem práce je zjistit a porovnat základní antropometrické parametry a vybrané parametry tělesného složení u sportovních gymnastů a klasických kulturistů v mimosezónním období.

3.2 Hypotézy

H1: Průměrná hodnota indexu tělesné hmotnosti sportovních gymnastů v mimosezónním období bude nižší než klasických kulturistů.

H2: Průměrná hodnota indexu kosterního svalstva klasických kulturistů v mimosezónním období bude vyšší než sportovních gymnastů.

H3: Hodnoty tělesného tuku sportovních gymnastů v mimosezónním období budou nižší než klasických kulturistů.

3.3 Úkoly práce

- literární rešerše k problematice gymnastiky, kulturistiky a tělesného složení
- výběr metody pro analýzu tělesného složení a zajištění potřebného přístrojového vybavení (InBody 230)
- zajištění probandů a jejich seznámení s cílem výzkumu
- vypracování informovaného souhlasu pro etickou komisi UK FTVS v Praze
- vlastní měření tělesného složení jednotlivých probandů
- zpracování, posouzení a analýza dat
- obhajoba práce

4 METODIKA

Tato práce má charakter empirického výzkumu, jehož hlavní metodou je pozorování.

4.1 Charakteristika sledovaného souboru

Zkoumaný soubor čítal celkem 12 probandů rozdělených rovnoměrně do dvou skupin dle dané sportovní specializace. Skupina č. 1 byla tvořena sportovními gymnasty, konkrétně závodní složkou mužů TJ Sokola Poděbrady. Skupinu č. 2 tvořili klasičtí kulturisti Oddílu kulturistiky a fitness Poděbrady. Věkové rozmezí probandů bylo 20 - 26 let (průměrný věk - $22,92 \pm 1,89$ let).

Oba sportovní oddíly lze zařadit do užší špičky ve svém sportovním odvětví v České republice. Z výčtu poslední úspěchů zmíním pouze úspěchy největší, a to vítězství TJ Sokola Poděbrady v 1. lize ve sportovní gymnastice mužů za rok 2014 či zisk titulu Mistra Čech v klasické kulturistice juniorů jednoho se závodníků Oddílu kulturistiky a fitness Poděbrady.

4.2 Použité metody

4.2.1 Základní antropometrické parametry

Mezi základní antropometrické parametry řadíme tělesnou výšku a hmotnost (Heyward, Wagner, 2004). Jedná se o tzv. vstupní hodnoty nezbytné pro následné měření jednotlivých parametrů tělesného složení pomocí námi zvoleného přístroje InBody 230.

4.2.2 InBody 230

V terénních podmínkách jsme provedli měření tělesného složení pomocí přístroje InBody 230, který využívá princip bioelektrické impedanční analýzy (BIA). Technická specifikace přístroje je uvedena v příloze č. 3.

Přístroj InBody 230 využívá metodu DSM-BIA (direct segmental multi-frequency bioelectrical impedance analysis), která neměří tělo jako celek, ale rozděluje ho do 5 částí: pravá/levá horní končetina, pravá/levá dolní končetina a trup (Biospace, 2009).

Přístroj provádí 10 měření impedance za použití dvou různých frekvencí (20kHz a 100kHz) na každém z 5 segmentů. Díky přímému segmentálnímu měření a systému 8-bodových elektrod nejsou ve výpočtu třeba žádné empirické faktory. Z hodnoty impedance a tělesné výšky přístroj nejprve změří celkovou tělesnou vodu. Následně díky získané hodnotě TBW zjistí hodnotu tukuprosté hmoty (za použití konstanty 73,3 % pro obsah vody v těle). Nakonec se určí tělesný tuk oddělením aktivní tělesné hmoty od změřené tělesné hmotnosti (Biospace, 2009).

K dosažení co nejpřesnějších výsledků je třeba měření provádět dle pokynů výrobce uvedených v uživatelské příručce přístroje či pod dohledem kvalifikované osoby. Jednotliví probandi by měli být měření vždy v co nejhodnějších podmínkách (stejný čas, stejné oblečení apod.).

4.3 Sběr dat

Měření tělesného složení pomocí přístroje InBody 230 probíhalo v terénních podmínkách v prostorách fitness centra „Fitness Arena“ v Poděbradech. Probandi byli změřeni v mimosezónním období v jeden den během dopoledních hodin. Všichni byli předem seznámeni s podmínkami měření (viz. kapitola 4.4), cílem a průběhem celého výzkumu a následně podepsali informovaný souhlas (viz. příloha č. 1).

4.4 Podmínky měření

Dle Riegerové a kol. (2006) je pro získání objektivních hodnot tělesného složení a co nejpřesnějších výsledků nezbytné dodržet konkrétní standardní podmínky:

- nejíst a nepít po dobu 4 -5 hodin před měřením
- necvičit po dobu 12 hodin před testem
- nepožívat alkohol po dobu 24 hodin před měřením

- vyprázdnit močový měchýř bezprostředně před testem
- přesné umístění elektrod a běžná teplota místnosti

Konkrétní podmínky a bezpečnostní kroky, které je nutno provést před měřením na přístroji InBody 230 k dosažení přesných výsledků, jsou uvedeny v příloze č. 4.

4.5 Zpracování dat

Při statistické analýze byly vzhledem k velikosti souboru použity neparametrické statistické metody, jejichž použití je v biomedicínském výzkumu u takto malých souborů doporučováno (Kitchen, 2009).

V rámci deskriptivní statistiky byly vypočítány ukazatele centrální tendence - medián a rozsah pro každou proměnnou. K porovnání statistické významnosti rozdílů byl použit dvouvýběrový Mann Whitney's U test. Rozdíl byl považován za statisticky významný, pokud byla hodnota $p < 0,01$. Kromě toho byla vypočítána věcná významnost jako $r = Z/\sqrt{N}$, kde Z je testová statistika Mann Whitney's U testu, a N je velikost celkového výběrového vzorku. Věcná významnost tohoto testu může nabývat hodnot $\text{abs}(r)$ 0,1 = malá významnost, 0,3 = střední významnost a 0,5 = vysoká významnost. Všechny výpočty byly realizovány pomocí statistického programu IBM SPSS Statistics 21.

5 VÝSLEDKY

Ve výsledkové části jsou pomocí jednotlivých grafů (obr. 3 - 12) vyobrazeny a porovnány získané hodnoty vybraných tělesných parametrů. Všechna naměřená data získaná při měření jsou uvedena v následujících tabulkách 4 a 5.

Tabulka 4: Přehled naměřených hodnot tělesných parametrů sportovních gymnastů

Sportovní gymnasti	věk (roky)	TV (cm)	TH (kg)	BF (kg)	BF (%)	FFM (kg)	FFM (%)	SMM (kg)	SMM (%)	SMI (kg/m ²)	BMI (kg/m ²)	TBW (%)
Proband č.1	23	186	86,1	5,9	6,9	80,2	93,1	41,2	47,9	11,91	24,9	71
Proband č.2	22	180	78,1	5,7	7,3	72,4	92,7	31	39,7	9,57	24,1	70,4
Proband č.3	26	182	76	4,4	5,8	71,6	94,2	32,9	43,3	9,93	22,9	72,1
Proband č.4	26	171	72,2	6,6	9,1	65,6	90,9	30,9	42,8	10,57	24,7	66,9
Proband č.5	21	175	77,7	6,4	8,2	71,3	91,8	33,2	42,7	10,84	25,4	68,2
Proband č.6	22	179	78,3	6	7,7	72,3	92,3	35,7	45,6	11,14	24,4	67,9
Median	22,5	180	77,9	6	7,5	72	92,5	33,1	43,1	10,7	24,6	69,3
Rozsah	5	15	13,9	2,2	3,3	14,6	3,3	10,3	8,2	2,3	2,5	5,2

Tabulka 5: Přehled naměřených hodnot tělesných parametrů klasických kulturistů

Klasičtí kulturisti	věk (roky)	TV (cm)	TH (kg)	BF (kg)	BF (%)	FFM (kg)	FFM (%)	SMM (kg)	SMM (%)	SMI (kg/m ²)	BMI (kg/m ²)	TBW (%)
Proband č.1	22	176	87,5	10,4	11,9	77,1	88,1	44,1	50,4	14,24	28,3	66,2
Proband č.2	20	183	89	8,7	9,8	69,4	90,2	46,7	52,5	13,94	26,6	67,2
Proband č.3	25	173	90,9	13,6	15	73,5	85	42,8	47,1	14,3	30,4	62,4
Proband č.4	21	174	91,7	16,1	17,5	75,6	82,5	43,9	47,9	14,5	30,3	59,2
Proband č.5	24	188	106	17,1	16,1	89,2	83,9	52	48,9	14,71	30,1	62
Proband č.6	23	182	97,1	13,8	14,2	83,3	85,8	49,6	51,1	14,97	29,3	63,1
Median	22,5	179	91,3	13,7	14,6	76,4	85,4	45,4	49,7	14,4	29,7	62,8
Rozsah	5	15	18,8	8,4	7,7	19,8	7,7	9,2	5,4	1	3,8	8

TV - tělesná výška

TH - tělesná hmotnost

BF - tělesný tuk

FFM - tukuprostá hmota

SMM - kosterní svalová hmota

SMI - index kosterního svalstva

BMI - index tělesné hmotnosti

TBW - celková tělesná voda

5.1 Antropometrické parametry

Souhrnný přehled naměřených hodnot antropometrických parametrů obou testovaných skupin, včetně dat vypočítaných při statistickém zpracování, je uveden v následující tabulce 6.

Tabulka 6: Souhrný přehled naměřených hodnot antropometrických parametrů obou skupin probandů

	sportovní gymnasti (n = 6)		Klasičtí kulturisté (n = 6)		p value	r
	Průměr (SD)	Medián (rozsah)	Průměr (SD)	Medián (rozsah)		
věk (let)	23,33 (1,97)	22,5 (5)	22,5 (1,71)	22,5 (5)	0,589	0,054
Tělesná výška (cm)	178,83 (4,81)	179,5 (15)	179,33 (5,41)	179 (15)	0,818	-0,02
Tělesná hmotnost (kg)	78,08 (4,15)	77,9 (13,9)	93,75 (6,97)	91,3 (18,8)	0,002*	-0,24
BMI (kg/m ²)	24,4 (0,78)	24,55 (2,5)	29,17 (1,36)	29,7 (3,8)	0,002*	-0,24

Poznámka: data jsou uvedena ve tvaru: průměr, SD - směrodatná odchylka, medián, rozsah, p value - statistická významnost, r - věcná významnost

Sledovaný soubor tvořilo celkem 12 probandů rovnoměrně rozdělených do dvou skupin podle dané sportovní specializace.

Průměrný věk skupiny tvořené sportovními gymnasty byl $23,33 \pm 1,97$ let. Věkové rozmezí gymnastů se pohybovalo od 21 do 26 let (medián = 22,5 let). Průměrná tělesná výška byla $178,83 \pm 4,81$ cm, přičemž rozmezí TV se pohybovalo od 171 do 186 cm (medián = 179, 5 cm). Průměrná tělesná váha byla $78,07 \pm 4,15$ kg s rozmezím od 72,2 do 86,1 kg (medián = 77,9 kg). Průměrná hodnota BMI sportovních gymnastů dosahovala $24,4 \pm 0,78$ kg/m² s rozmezím od 22,9 do 25,4 kg/m² (medián = 24,55 kg/m²), což stále spadá do kategorie optimálního rozmezí pro dospělé populaci z hlediska hodnocení indexu tělesné hmotnosti.

Skupina tvořena klasickými kulturisty dosahovala průměrného věku $22,5 \pm 1,71$ let, přičemž rozmezí se pohybovalo od 20 do 25 let (medián = 22,5 let). Průměrná tělesná výška byla $179,33 \pm 5,41$ cm s rozmezím od 173 do 188 cm (medián = 179 cm). Průměrná hodnota tělesné hmotnosti činila $93,75 \pm 6,36$ kg. Rozmezí hodnot TH bylo od 87,5 do 106,3 kg (medián = 91,3 kg). Průměrná hodnota BMI byla $29,17 \pm 1,36$ kg/m², přičemž rozmezí hodnot se pohybovalo od 26,6 do 30,4 kg/m² (medián = 29,7 kg/m²). Z hlediska hodnocení BMI spadá sledovaný soubor klasických kulturistů do kategorie lidí s nadváhou, což je pochopitelné, poněvadž index tělesné hmotnosti nezohledňuje množství svalové hmoty a hladinu podkožního tuku.

5.2 Parametry tělesného složení

Souhrnný přehled naměřených hodnot parametrů tělesného složení obou testovaných skupin, včetně dat vypočítaných při statistickém zpracování, je uveden v následující tabulce 7.

Tabulka 7: Souhrnný přehled naměřených hodnot parametrů tělesného složení obou skupin probandů

	sportovní gymnasti (n = 6)		Klasičtí kulturisté (n = 6)		p value	r
	Průměr (SD)	Medián (rozsah)	Průměr (SD)	Medián (rozsah)		
BF (%)	7,5 (1,03)	7,5 (3,3)	14,1 (2,57)	14,6 (7,7)	0,002*	-0,240
BF (kg)	5,83 (0,71)	5,95 (2,2)	13,3 (2,94)	13,7 (8,4)	0,002*	-0,240
FFM (%)	92,5 (1,03)	92,5 (3,3)	85,92 (2,57)	85,4 (7,7)	0,002*	0,240
FFM (kg)	72,23 (4,26)	71,95 (14,6)	78,02 (6,51)	76,4 (19,8)	0,132	-0,133
SMM (%)	43,64 (2,56)	43,05 (8,2)	49,65 (1,87)	49,7 (5,4)	0,004*	-0,221
SMM (kg)	34,15 (3,54)	33,05 (10,3)	46,52 (3,32)	45,4 (9,2)	0,002*	-0,240
SMI (kg/m ²)	10,66 (0,77)	10,7 (2,3)	14,44 (0,33)	14,4 (1)	0,002*	-0,240
TBW (%)	69,42 (1,86)	69,3 (5,2)	63,35 (2,68)	62,75 (8)	0,004*	0,227

Poznámka: data jsou uvedena ve tvaru: průměr, SD - směrodatná odchylka, medián, rozsah, p value - statistická významnost, r - věcná významnost

Metodou bioelektrické impedanční analýzy pomocí přístroje InBody 230 jsme zjistili hodnoty jednotlivých parametrů tělesného složení u obou skupin probandů.

Průměrná hodnota relativního množství tělesného tuku u skupiny sportovních gymnastů byla $7,5 \pm 1,03$ %, přičemž rozmezí hodnot se pohybovalo od $5,8 - 9,1$ % (medián = $7,5$ %). Průměrná hodnota absolutního množství činila $5,83 \pm 0,71$ kg s rozmezím od $4,4$ do $6,6$ kg (medián = $5,95$ kg). Průměrná hodnota tukuprosté hmoty byla $92,5 \pm 1,03$ % s rozmezím od $90,9 - 94,2$ % (medián = $92,5$ %), což odpovídá $72,23 \pm 4,26$ kg z celkové průměrné hmotnosti. Rozmezí hodnot absolutního množství FMM bylo od $65,6$ do $80,2$ kg (medián = $71,95$ kg). Dále jsme zjistili průměrnou hodnotu kosterní svalové hmoty, která činila $43,64 \pm 2,56$ %. Rozmezí naměřených hodnot SMM se pohybovalo od $39,7$ do $47,9$ % (medián = $43,05$ %). Kosterní svalstvo u gymnastů tedy tvoří $34,15 \pm 3,54$ kg z celkové průměrné tělesné hmotnosti. Následně byl vypočítán SMI – index kosterního svalstva, jehož průměrná hodnota dosahovala $10,66 \pm 0,77$

kg/m². Posledním měřeným parametrem tělesného složení byla celková tělesná voda (TBW), která dosahovala průměrné hodnoty $69,42 \pm 1,86 \%$, přičemž rozmezí hodnot se pohybovalo od 66,9 do 72,1 % (medián = 69,3 %).

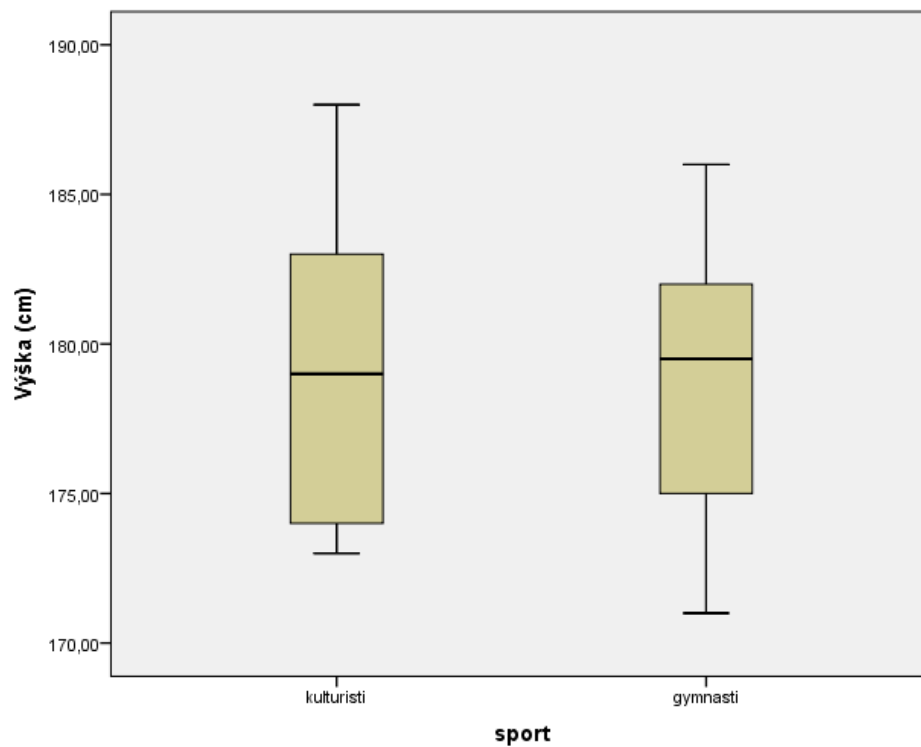
Skupina tvořena klasickými kulturisty dosahovala průměrné hodnoty tělesného tuku $14,08 \pm 2,57 \%$ s rozmezím hodnot od 9,8 – 17,5 % (medián = 14,6 %), což odpovídá $13,28 \pm 2,95$ kg z celkové průměrné tělesné hmotnosti. Rozmezí hodnot absolutního množství BF se pohybovalo od 8,7 do 17,1 kg (medián = 13,7 kg). Průměrná hodnota tukuprosté hmoty byla $85,92 \pm 2,57 \%$, přičemž rozmezí se pohybovalo od 82,5 – 90,2 % (medián = 85,4 %). Průměrná hodnota absolutního množství činila $78,02 \pm 6,51$ kg s rozmezím od 69,4 do 89,2 kg (medián = 76,4 kg). Dalším měřeným parametrem bylo kosterní svalstvo, jehož průměrná hodnota byla $49,65 \pm 1,87 \%$. Rozmezí hodnot SMM bylo od 47,1 – 52,5 % (medián = 49,7 %). Kosterní svalová hmota klasických kulturistů tedy tvoří $46,52 \pm 3,32$ kg z celkové průměrné tělesné hmotnosti. Následným výpočtem byla získána průměrná hodnota SMI, která činila $14,44 \pm 0,33$ kg/m². Celková tělesná voda dosahovala průměrné hodnoty $63,35 \pm 2,68 \%$, přičemž rozmezí hodnot se pohybovalo od 59,2 do 67,2 % (medián = 62,75 %).

5.3 Vyhodnocení a porovnání jednotlivých zjišťovaných parametrů

V této kapitole se seznámíme s grafickým zobrazením jednotlivých antropometrických parametrů a parametrů tělesného složení sportovních gymnastů a klasických kulturistů. K zobrazení jsme vybrali tzv. boxplot neboli krabicový graf. Jedná se o způsob grafické vizualizace numerických dat pomocí jejich kvartilů.

Nejprve se zaměříme na základní antropometrické parametry, tedy tělesnou výšku a váhu. Poté se seznámíme s grafy zobrazující množství tělesného tuku, tukuprosté hmoty a kosterní svalové hmoty. Dalšími parametry, které jsou předmětem zkoumání budou index tělesné hmotnosti a kosterního svalstva. Na závěr se podíváme na relativní množství celkové tělesné vody.

5.3.1 Tělesná výška

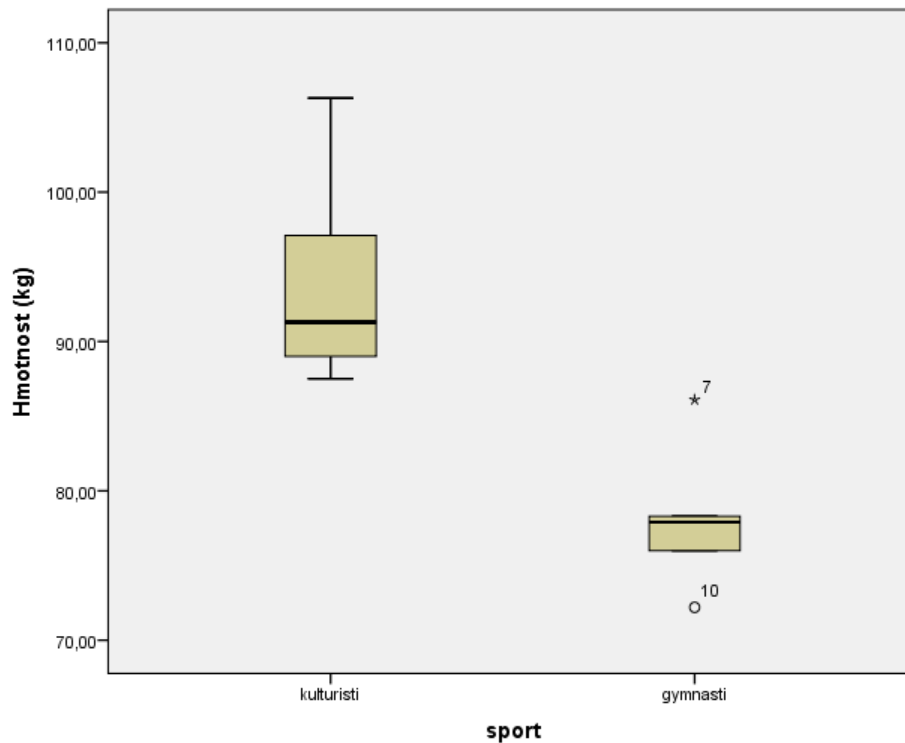


Obr. 3: Grafické zobrazení tělesné výšky (cm) obou skupin probandů

V grafu vidíme, že rozmezí naměřených hodnot tělesné výšky u klasických kulturistů se pohybovalo od 173 do 188 cm (medián = 179 cm), přičemž průměrná hodnota činila $179,33 \pm 5,41$ cm. Rozmezí hodnot tělesné výšky skupiny sportovních gymnastů se pohybovalo od 171 do 186 cm (medián = 179,5 cm) s průměrem $178,83 \pm 4,81$ cm.

Co se týče tělesné výšky, jedná se o velice homogenní soubor. Rozdíl mediánů obou měřených skupin činí pouze 0,5 cm. Sportovci v obou sportovních disciplínách se vyznačují nižším vzrůstem. Sportovní gymnasté primárně z důvodu snazšího a účinnějšího využití pákového systému. V kulturistice je zase nižší vzrůst zase výhodou pro celkovou mohutnost a estetičnost postavy.

5.3.2 Tělesná váha

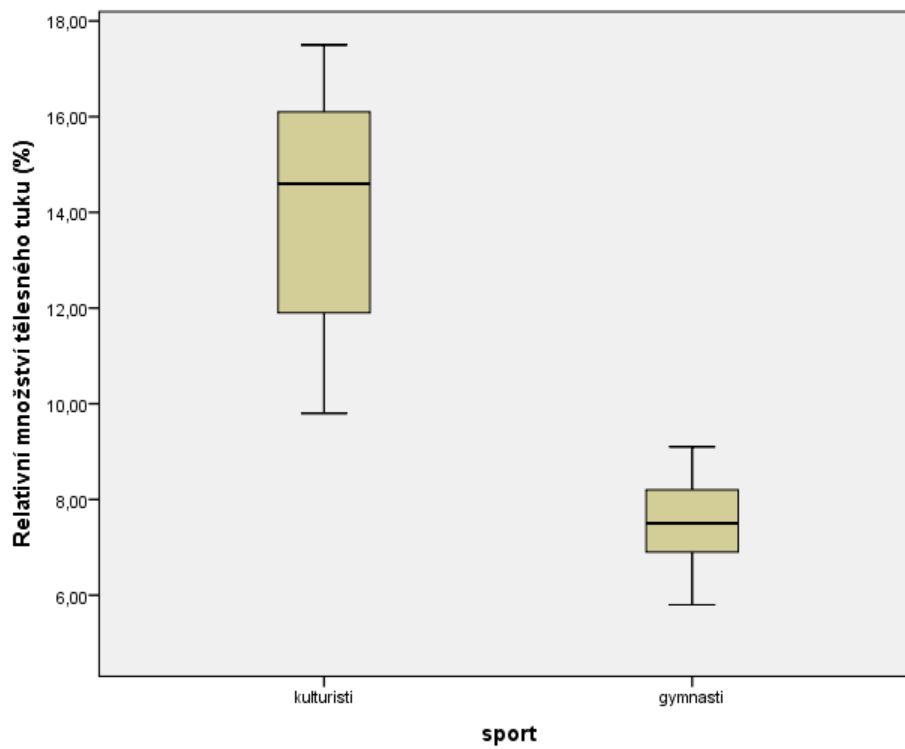


Obr. 4: Grafické zobrazení tělesné hmotnosti (kg) obou skupin probandů

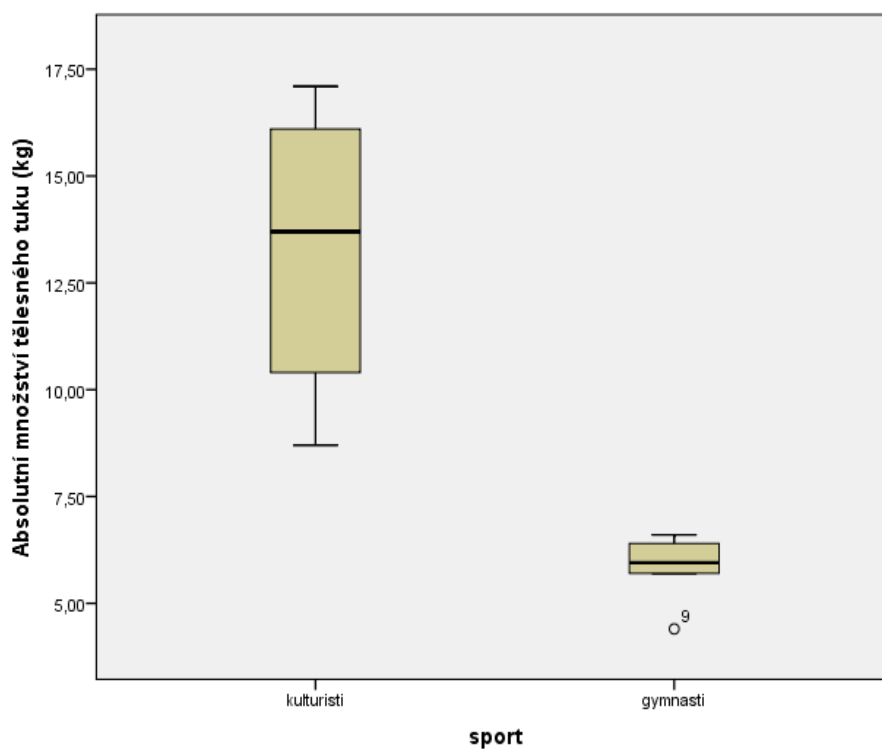
Graf na obr. 4 nám ukazuje naměřené hodnoty tělesné hmotnosti. Rozmezí hodnot u klasikých kulturistů se pohybovalo od 87,5 do 106,3 kg (medián = 91,3 kg), přičemž průměr dosahoval hodnoty $93,75 \pm 6,36$ kg. Rozmezí naměřených hodnot TH u sportovních gymnastů se pohybovalo od 72,2 do 86,1 kg (medián = 77,9 kg), průměrná hodnota byla $78,07 \pm 4,15$ kg.

Zde již můžeme sledovat statisticky významný rozdíl (p value = 0,002). Hlavním důvodem je již zmiňovaný odlišný cíl obou sportovních disciplín. Zatímco u klasikých kulturistů je svalová hypertrofie žádaný efekt, ve sportovní gymnastice je tato progresivní změna nechtěná.

5.3.3 Tělesný tuk



Obr. 5: Grafické zobrazení tělesného tuku (%) obou skupin probandů

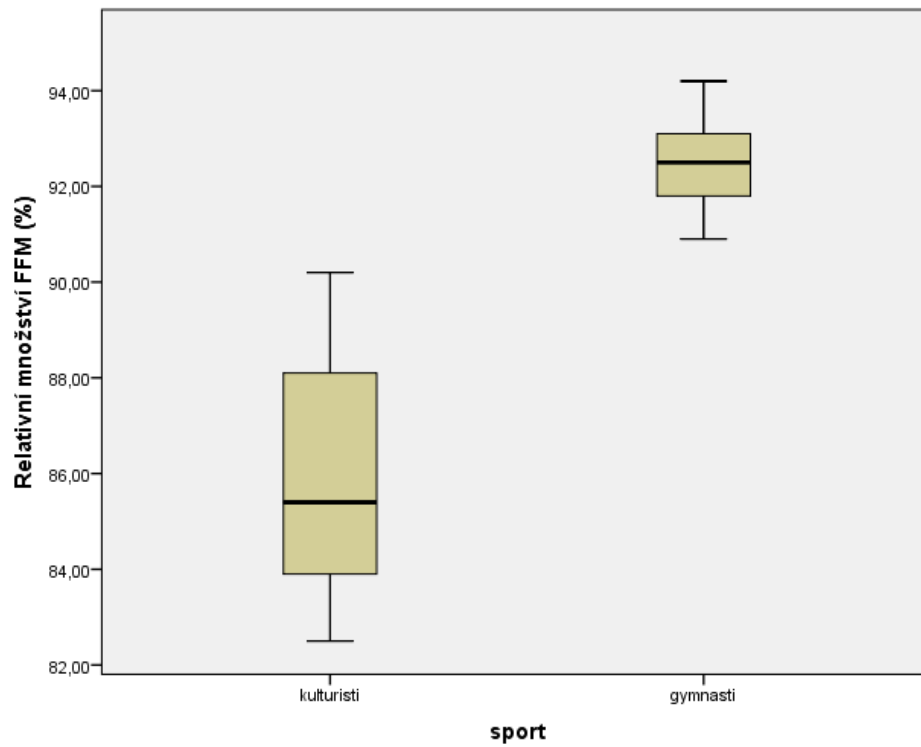


Obr. 6: Grafické zobrazení tělesného tuku (kg) obou skupin probandů

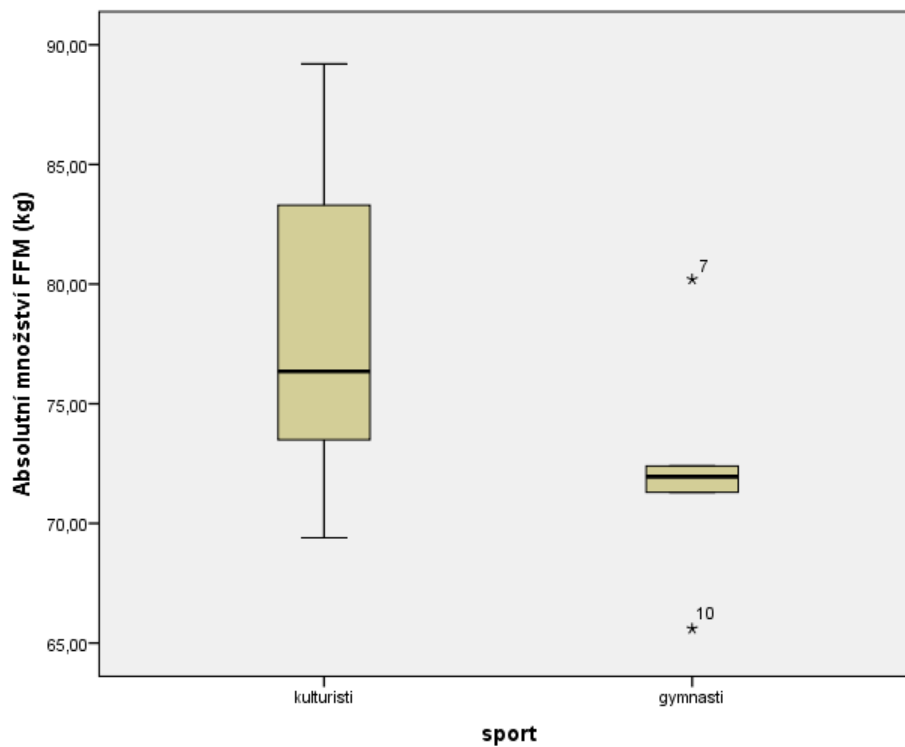
Rozmezí hodnot relativního množství tělesného tuku klasických kulturistů se pohybovalo od 9,8 do 17,5 % (medián = 14,6 %). Rozmezí hodnot absolutního množství BF se pohybovalo od 8,7 do 17,1 kg (medián = 13,7 kg). Průměrná hodnota relativního množství tělesného tuku klasických kulturistů byla $14,08 \pm 2,57$, což odpovídá $13,3 \pm 2,94$ kg z celkové průměrné tělesné hmotnosti. Skupina sportovních gymnastů dosahovala průměrné hodnoty relativního množství tělesného tuku $7,5 \pm 1,03$ %, což odpovídá $5,83 \pm 0,71$ kg z celkové průměrné tělesné hmotnosti. Rozmezí hodnot relativního množství tělesného tuku se pohybovalo od 5,8 do 9,1 % (medián = 7,5 %). Hodnoty absolutního množství se pohybovaly v rozmezí od 4,4 do 6,6 kg (medián = 6 kg).

Jedná se o další parametr, kde můžeme vidět statisticky významný rozdíl v naměřených hodnotách. Jak u relativního, tak i absolutního množství dosáhla statistická významnost (p) hodnoty 0,002. Zajímavým poznatkem je, že nejnižší naměřené hodnota absolutního množství BF u klasických kulturistů (8,7 kg) by byla hodnotou maximální ve skupině sportovních gymnastů. Primárním důvodem takto značného rozdílu je období, ve kterém bylo měření prováděno. Narozdíl od gymnastů se kulturisté mimo sezónu vyznačují vyšším procentem tělesného tuku, a to oproti sezóně až několikanásobně. Důvodem je potřebný odpočinek a regenerace organismu, který je během přípravy extrémně zatěžován, někdy až na hranici únavy.

5.3.3 Tukuprostá hmota



Obr. 7: Grafické zobrazení tukuprosté hmoty (%) obou skupin probandů

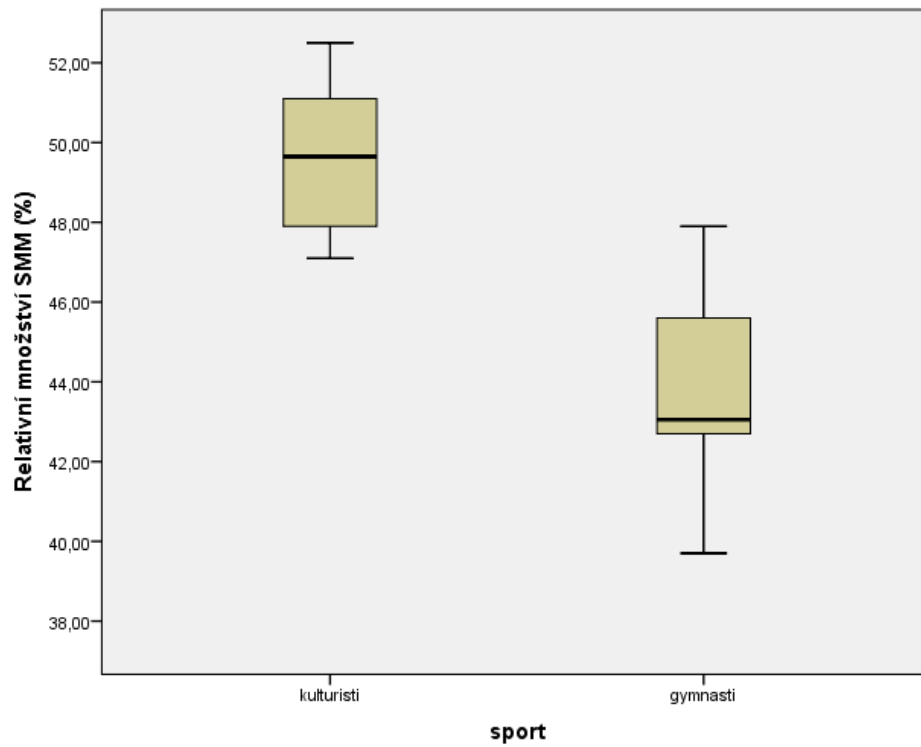


Obr. 8: Grafické zobrazení tukuprosté hmoty (kg) obou skupin probandů

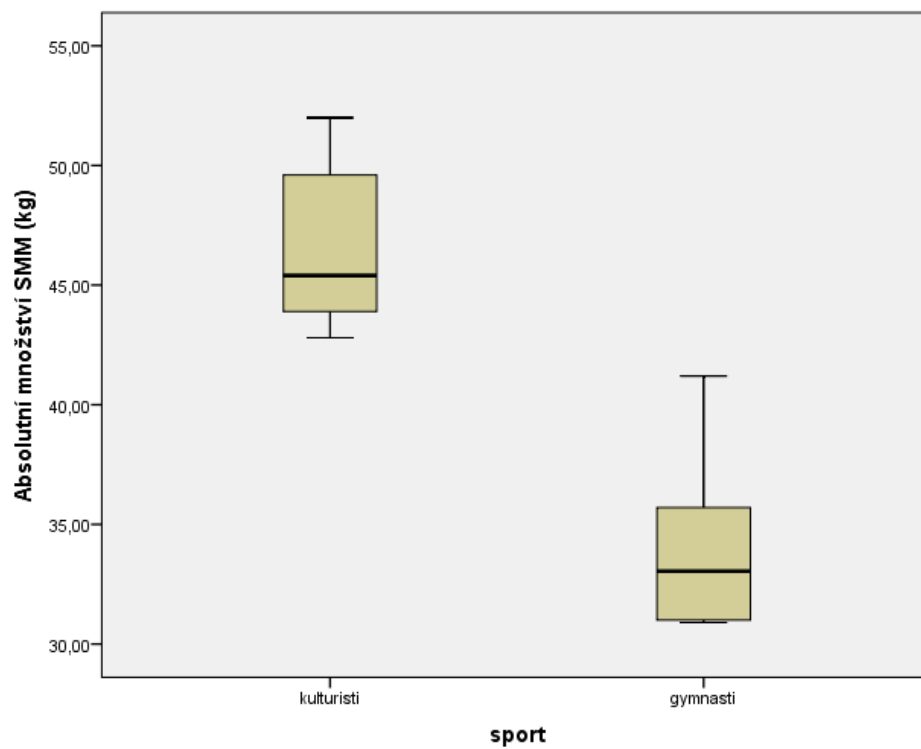
Skupina klasických kulturistů dosahovala průměrné hodnoty tukuprosté hmoty $85,92 \pm 2,57$ %, což odpovídá $78,02 \pm 6,51$ kg z celkové průměrné tělesné hmotnosti. Naměřené hodnoty relativního množství FFM se pohybovaly v rozmezí od 82,5 – 90,2 % (medián = 85,4 %), rozmezí hodnot absolutního množství bylo od 69,4 do 89,2 kg (medián = 76,4 kg). Průměrná hodnota tukuprosté hmoty sportovních gymnastů činila $92,5 \pm 1,03$ %, což je $72,23 \pm 4,26$ kg z celkové průměrné TH. Rozmezí hodnot FFM (%) se pohybovalo od 90,9 do 94,2 % (medián = 92,5 %). Naměřené hodnoty absolutního množství FFM sportovních gymnastů byly v rozmezí od 65,5 do 80,2 kg (medián = 72 kg).

Tukuprostá hmota neboli aktivní tělesná hmota je heterogenní komponenta úzce související s hmotou tukovou. Lze ji definovat vzorcem: $FFM = TH - BF$. V předchozí kapitole (5.3.3 tělesný tuk) jsme mohli vidět značný rozdíl v naměřených hodnotách tělesného tuku mezi testovanými skupinami. Dle již zmíněné definice FFM tedy logický vyplývá, že rozdíl naměřených hodnot relativního množství tukuprosté hmoty bude totožný s rozdílem tělesného tuku. Hodnota statistické významnosti je tedy taktéž shodná (p value = 0,002).

5.3.4 Kosterní svalová hmota



Obr. 9: Grafické zobrazení kosterní svalové hmoty (%) obou skupin probandů

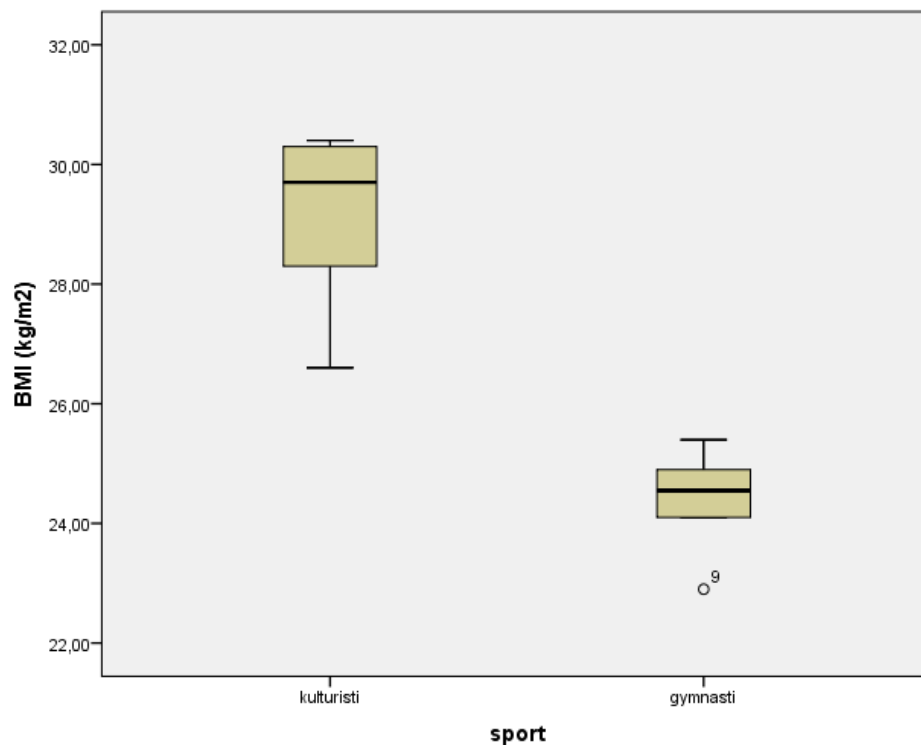


Obr. 10: Grafické zobrazení kosterní svalové hmoty (kg) obou skupin probandů

Průměrná hodnota relativního množství kosterní svalové hmoty klasických kulturistů činila $49,65 \pm 1,87$ %, přičemž rozmezí se pohybovalo od 47,1 do 52,5 % (medián = 49,7 %). Absolutní množství SMM dosahovalo průměrné hodnoty $46,52 \pm 3,32$ kg s rozmezím od 42,8 do 52 kg (medián = 45,4 kg). Skupina sportovních gymnastů dosahovala průměrné hodnoty relativního množství SMM $43,67 \pm 2,56$ %, přičemž rozmezí naměřených hodnot bylo od 39,7 – 47,9 % (medián = 43,1 %). Průměrná hodnota absolutního množství činila $34,15 \pm 3,54$ kg s rozmezím od 30,9 do 41,2 kg (medián = 33,1 kg).

Stejně jak u tělesného tuku a tukuprosté hmoty je zde možné sledovat statisticky významný rozdíl v naměřených hodnotách (p value = 0,002/0,004). Zajímavostí je, že zde můžeme pozorovat nejvýraznější rozdíl průměrných hodnot absolutního množství, konkrétně 12,34 kg ve prospěch klasických kulturistů. Jak už bylo zmíněno v předchozí kapitole (5.3.2 Tělesná váha), primárním důvodem takto markantního rozdílu je odlišný postoj ke svalové hypertrofii obou sportovních disciplín. V kulturistice je nárůst svalové hmoty nepochybně žádoucí, tato progresivní změna je totiž samotným předmětem hodnocení na soutěžích. Naopak sportovní gymnasté se snaží o rozvoj svalové síly s co nejmenším nárůstem svalové hmoty, svalová hypertrofie je zde nežádoucím prvkem.

5.3.5 Index tělesné hmotnosti (BMI)

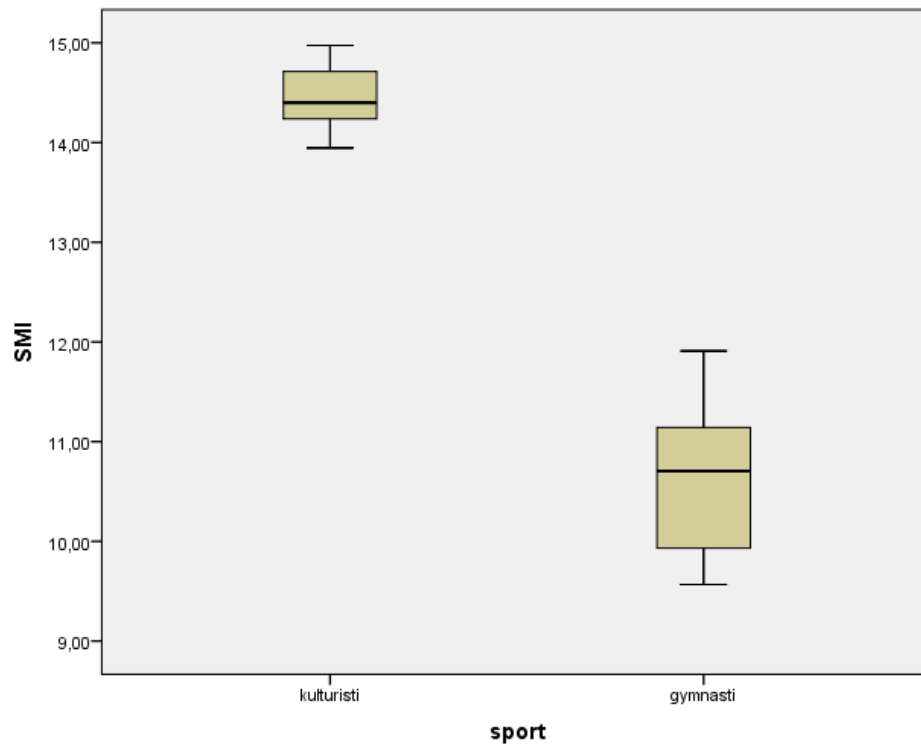


Obr. 11: Grafické zobrazení indexu tělesné hmotnosti (kg/m²) obou skupin probandů

V grafu na obr. 11 vidíme, že se rozmezí hodnot BMI u klasických kulturistů pohybovalo od 26,6 do 30,4 kg/m², přičemž hodnota mediánu činila 29,7 kg/m². Průměrná hodnota tělesného indexu byla $29,17 \pm 1,36$ kg/m². Rozmezí hodnot BMI skupiny sportovních gymnastů bylo od 22,9 do 25,4 kg/m² (medián = 24,6 kg/m²) s průměrnou hodnotou 24,4 kg/m².

Index tělesné hmotnosti je dalším parametrem, kde můžeme vidět statisticky významný rozdíl v naměřených hodnotách, konkrétně p value = 0,002. Průměrná hodnota BMI sportovních gymnastů ($24,4 \pm 0,78$ kg/m²) spadá z hlediska normativních hodnot BMI dle WHO (2016) stále do optimálního rozmezí pro hodnocení tělesné hmotnosti (18,5 – 24,9 kg/m²). Skupina klasických kulturistů dosahovala průměrné hodnoty BMI $29,17 \pm 1,36$ kg/m², což už spadá do kategorie lidí s nadváhou (25,0 - 29,9 kg/m²). Tyto výsledky je však nutné brát s rezervou, poněvadž BMI je pouhým ukazatelem optimální hmotnosti, který nám určuje míru tělesné hmotnosti vzhledem k výšce jedince, nezohledňuje však množství svalové hmoty a hladinu podkožního tuku. Z tohoto důvodu není vhodný pro sportovce či osoby s výrazně rozvinutou svalovou hmotou.

5.3.6 Index kosterního svalstva (SMI)



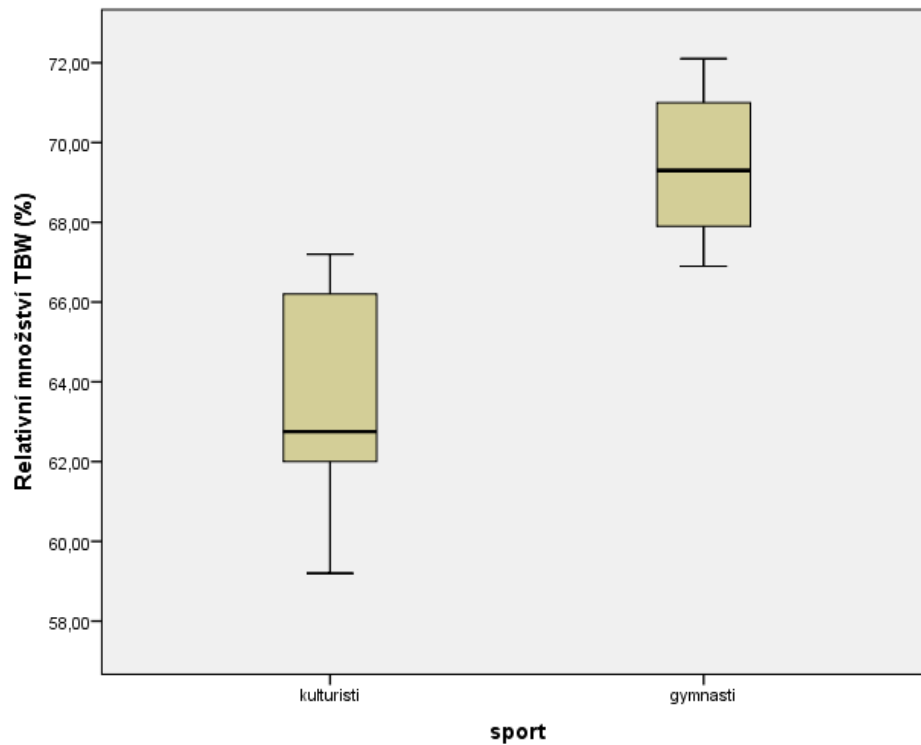
Obr. 12: Grafické zobrazení indexu kosterního svalstva (kg/m²) obou skupin probandů

Graf na obr. 12 zobrazuje získané hodnoty indexu kosterního svalstva. Rozmezí hodnot SMI klasických kulturistů se pohybovalo od 13,94 do 14,97 kg/m² (medián = 14,4 kg/m²), přičemž aritmetický průměr dosahoval hodnoty 14,44 kg/m². Rozmezí získaných hodnot SMI u sportovních gymnastů se pohybovalo od 9,57 do 11,91 kg/m² (medián = 10,7 kg/m²). Průměrná hodnota SMI byla 10,66 ± 0,77 kg/m².

V předchozí kapitole (5.3.5 BMI) jsme vyhodnotili a porovnali získané hodnoty BMI obou skupin probandů. Index tělesné hmotnosti je však vhodným indikátorem tělesné hmotnosti pouze pro běžnou populaci, tedy jedince bez pravidelné fyzické aktivity. Proto jsme mezi vybrané parametry zařadili tzv. SMI neboli index kosterního svalstva, který pro nás bude mít narozdíl od BMI větší výpovědní hodnotu.

Stejně jak u BMI, tak i zde můžeme pozorovat statisticky významný rozdíl v naměřených hodnotách (p value = 0,002). Narozdíl od BMI, který vyšel ve prospěch sportovních gymnastů, index kosterní svalové hmoty vyšel výrazně lépe klasickým kulturistům. Důvodem je již zmiňovaný odlišný postoj ke svalové hypertrofii, neboť SMI pracuje pouze s kosterní svalovou hmotou, nikoliv celou tělesnou hmotností.

5.3.7 Celková tělesná voda



Obr. 12: Grafické zobrazení celkové tělesné vody (%) obou skupin probandů

Rozmezí hodnot celkové tělesné vody klasických kulturistů se pohybovalo od 59,2 do 67,2 % (medián = 62,75 %), přičemž průměrná hodnota TBW činila $63,35 \pm 2,68$ %. Naměřené hodnoty celkové tělesné vody sportovních gymnastů se pohybovaly v rozmezí od 66,9 do 72,1 % (medián = 69,3 %) s průměrnou hodnotou $69,42 \pm 1,86$ %.

Posledním vybraným parametrem tělesného složení k vyhodnocení a porovnání je celková tělesná voda. Z průměrných hodnot je patrné, že TBW vyšla lépe ve prospěch sportovních gymnastů. Rozdíl v naměřených hodnotách mezi testovanými skupinami dosáhl statistické významnosti (p value = 0,004). Stejně jak u parametrů tělesného tuku a tukuprosté hmoty, hlavním důvodem rozdílu v hodnotách je zde období testování. Tukuprostá hmota totiž obsahuje přibližně 75 % vody, zatímto hmota tuková pouze kolem 23 %. Rozdíl je tedy dán především podílem tuku v těle.

6 DISKUZE

Cílem práce bylo zjistit a porovnat základní antropometrické parametry a vybrané parametry tělesného složení u sportovních gymnastů a klasických kulturistů v mimosezónním období.

Sledovaný soubor čítal celkem 12 probandů rozdělených rovnoměrně do dvou skupin dle dané sportovní specializace. Skupina č. 1 byla tvořena sportovními gymnasty, konkrétně závodní složkou mužů TJ Sokola Poděbrady. Skupinu č. 2 tvořili klasičtí kulturisti Oddílu kulturistiky a fitness Poděbrady. Věkové rozmezí probandů bylo 20 - 26 let (průměrný věk - $22,92 \pm 1,89$ let). Dle Riegrové a kol. (2006) dochází v tomto věkovém období k vrcholu tělesné výkonnosti a pokračuje vývoj svalové soustavy.

Měření tělesného složení probíhalo metodou bioelektrické impedanční analýzy pomocí přístroje InBody 230. Probandi byli změřeni v mimosezónním období v jeden den během dopoledních hodin. Metodou BIA nelze rozlišit tuk podkožní či strukturální, je možné jen zjistit celkové zastoupení relativního množství tělesného tuku v organismu, případně množství viscerálního tuku či rozložení tuku v jednotlivých segmentech těla. Množství tělesného tuku patří pro sportovce mezi jeden z nejčastěji sledovaných parametrů tělesného složení. Právě tělesný tuk má významný vliv na pohybový výkon, resp. výkon klesá s přibývajícím množstvím tělesného tuku (Wilmora, Costill, 2004).

Sledovaný soubor sportovních gymnastů dosáhl nižší průměrné hodnoty relativního množství tělesného tuku ($7,5 \pm 1,03$ %) než klasičtí kulturisti ($14,08 \pm 2,57$ %). I zde byl rozdíl naměřených hodnot statisticky významný (p value = 0,002). Dle tvrzení Wilmora a Costilla (2004) lze skupinu sportovních gymnastů označit za jedince tělesně, tedy i pohybově zdatnější.

Stanovení BMI je nejjednodušším způsobem, jak zhodnotit zdravotní stav jedince. Index tělesné hmotnosti udává ideální rozmezí tělesné hmotnosti a určuje případnou nadváhu či obezitu ohrožující zdraví (Malá a kol., 2009). Z hlediska normativních hodnot BMI podle WHO (2016) spadala skupina sportovních gymnastů do kategorie optimální hmotnosti. Skupina klasických kulturistů se však pohybovala v rozmezí hodnot kategorie lidí s nadváhou. Vilikus (2004) však uvádí, že se u sportovců provozujících silové sporty odráží zvýšení BMI zmožením svalové hmoty a nikoliv

zmnožení tuků. Pro naše účely porovnávání tělesné hmotnosti vzhledem k výšce jedince je tento parametr dostačující.

Posledním parametrem, který byl předmětem hypotéz je index kosterního svalstva. Sledovaný soubor klasických kulturistů dosáhl vyšší průměrné hodnoty SMI ($14,44 \pm 0,33 \text{ kg/m}^2$) oproti sportovním gymnastům ($10,66 \pm 0,77 \text{ kg/m}^2$). Důvodem je odlišný postoj sportovních disciplín ke svalové hypertrofii. Dle Fejtka (1987) je ke zvýšení svalové síly zapotřebí svalovou tkáň stimulovat určitým podrážděním, které vede ke strukturálně-funkčním změnám celého nervosvalového systému. Důsledky těchto změn pozorujeme jako nárůst svalové hmoty a změnu v úrovni svalové síly. Přílišné zbytnění svalů (hypertrofie) je však z hlediska gymnastiky nežádoucí.

7 ZÁVĚR

Cílem práce bylo zjistit a porovnat základní antropometrické parametry a vybrané parametry tělesného složení u sportovních gymnastů a klasických kulturistů v mimosezónním období.

Výsledky potvrdily hypotézu H1. Sledovaný soubor sportovních gymnastů dosáhl nižší průměrné hodnoty BMI ($24,4 \pm 0,78 \text{ kg/m}^2$) než klasičtí kulturisti ($29,17 \pm 1,36 \text{ kg/m}^2$), přičemž rozdíl naměřených hodnot byl statisticky významný ($p \text{ value} = 0,002$).

Výsledky rovněž prokázaly hypotézu H2. Sledovaný soubor klasických kulturistů dosáhl vyšší průměrné hodnoty SMI ($14,44 \pm 0,33 \text{ kg/m}^2$) oproti sportovním gymnastům ($10,66 \pm 0,77 \text{ kg/m}^2$). Taktéž zde můžeme vidět statisticky významný rozdíl v naměřených hodnotách ($p \text{ value} = 0,002$).

Poslední hypotéza H3 byla též potvrzena. Sledovaný soubor sportovních gymnastů dosáhl nižší průměrné hodnoty relativního množství tělesného tuku ($7,5 \pm 1,03 \%$) než klasičtí kulturisti ($14,08 \pm 2,57 \%$). I zde byl rozdíl naměřených hodnot statisticky významný ($p \text{ value} = 0,002$).

Výsledky práce ukázaly, že odlišný cíl daných sportovních specializací charakteristických rozvojem svalové síly, může mít vliv na celkovou stavbu těla a tělesné složení.

LITERATURA

1. BERNACIKOVÁ, M. a kol. *Fyziologie sportovních disciplín* [online]. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2011 [cit. 20.1.2016]. Elportál. Dostupné z: <http://is.muni.cz/elportal/?id=920876>.
2. BLÁHA, P. a kol. *Porovnání metod klasické antropometrie stanovení tělesného složení obézních dětí s moderní metodou DEXA* [online]. *Obesitas* ©2002 [cit. 2.2.2016]. Dostupné z: <http://www.obesitas.cz/download/obezitologie2002.pdf>.
3. BUŽGA, M. *Vliv bariatrické léčby obezity na složení těla a metabolismus morbidně obézních pacientů*. Disertační práce. Olomouc, Czechia: Univerzita Palackého, Lékařská fakulta, 2012.
4. ČERNÝ, Z a kol. *Kulturistika od A do Z*. 1. vyd. Zlín: Agentura CnS, 1993.
5. DLOUHÁ, R. a kol. Srovnání rovnic Pařízkové pro zjišťování tělesného tuku sportujících žen. *Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca*, 1998.
6. GRASGRUBER, P., CACEK, J. *Sportovní geny*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-1873-3.
7. GREXA, J. *Přehled světových dějin sportu*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2007. ISBN 978-80-210-4505-7.
8. GROSSER, M. *Trénujeme svaly*. České Budějovice: Kopp, 1999. ISBN 80-7232-065-3.
9. GYM FED: *sportovní gymnastika muži* [online]. Česká gymnastická federace ©2014 [cit. 22.1.2016]. Dostupné z: <http://www.gymfed.cz/>.
10. HEYMSFIELD, S. *Human body composition*. 2. vyd. Champaign: Human Kinetics, 2005. ISBN 0-7360-4655-0.
11. HEYWARD, V. H., WAGNER, D. R. *Applied body composition assessment*. 2. vyd. Champaign: Human Kinetics, 2004. ISBN 0-7360-4630-5.
12. CHOUTKA, M. *Teorie sportu*. 1.vyd. Praha: UK Praha, 1988. Učební texty vysokých škol.
13. JANOUC, M. Bioelektrická impedanční analýza. *Lékař a technika*, 2008.
14. KINKOROVÁ, I. *Využitelnost současných metod pro stanovení tělesného složení v terénních a laboratorních podmínkách*. Disertační práce. Praha: UK FTVS, 2004.
15. KITCHEN, C. M. Nonparametric vs parametric tests of location in biomedical research. *American Journal of Ophthalmology*, 2009.

16. KLIMEŠ, L. *Slovník cizích slov*. 2. vyd. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 1981.
17. KOLOUCH, V., KOLOUCHOVÁ, L. *Kondiční kulturistika*. 1. vyd. Praha: Olympia, 1990. ISBN 80-7033-041-4.
18. KRIŠTOFIČ, J. a kol. *Gymnastika*. 1. vyd. Praha: Karolinum. 2003. ISBN 80-246-0661-5.
19. KRIŠTOFIČ, J. a kol. *Gymnastika*. 2. vyd. Praha: Karolinum, 2009. ISBN 978-80-246-1733-6.
20. KRIŠTOFIČ, J. *Nářad'ová gymnastika*. Praha: Česká obec sokolská, 2008.
21. KUBIČKA, J. *Výbrané kapitoly z teorie gymnastiky*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1993. ISBN 80-7066-721-4.
22. KUČERA, M., DYLEVSKÝ, I. *Sportovní medicína*. 1. vyd. Praha: Grada, 1999. ISBN 80-7169-725-7.
23. KULTURISTIKA *Dělení soutěžních kategorií - muži* [online]. Kulturistika.net ©2007 [cit. 27.1.2016]. Dostupné z: <http://www.kulturistika.net/deleni-souteznich-kategorii-muzi>.
24. KUNEŠOVÁ, M. *Metodika stanovení množství tuku v těle*. In: Sestra, 2000. Přehledový článek vědecko - odborného časopisu.
25. KUTÁČ, P. *Základy kinantropometrie: (pro studující obor Tv a sport)*. 1. vyd. Ostrava: Pedagogická fakulta Ostravské univerzity v Ostravě, katedra tělesné výchovy, 2009. ISBN 978-80-7368-726-7.
26. LIBRA, J. a kol. *Teorie a metodika sportovní gymnastiky I. díl*. 1. vyd. Praha: SPN, 1971. ISBN 14-358-71.
27. LIBRA, J. a kol. *Teorie a metodika sportovní gymnastiky III. díl*. 1. vyd. Praha: SPN, 1973. ISBN 14-366-73.
28. LOHMAN, T. G. *Advances in body composition assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1992. ISBN 0873223276.
29. MALÁ, L. a kol. *Fitness assessment: body composition*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2014. ISBN 978-80-246-2560-7.
30. PAŘÍZKOVÁ, J. Složení těla, metody měření a využití ve výzkumu a lékařské praxi. *Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca*, 1998.
31. PAŘÍZKOVÁ, J. *Body fat and physical fitness: body composition and lipid metabolism in different regimes of physical activity*. The Hague: Martinus Nijhoff, 1977. ISBN 9024719259.

32. PAŘÍZKOVÁ, J. *Složení těla a lipidový metabolismus za různého pohybového režimu*. 1. vyd. Praha: Avicenum, 1973. Hálkova sbírka pediatrických prací (Avicenum).
33. RAŠÍN, P. a kol. *Soutěžní řád a pravidla soutěží 2013* [online]. Svaz kulturistiky a fitness České republiky ©2013 [cit. 25.1.2016]. Dostupné z: http://www.skfcr.cz/_img/dokumenty/2013-03-27-soutezni-rad-a-pravidla.pdf.
34. RIEGEROVÁ, J. a kol. *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: (příručka funkční antropologie)*. 3. vyd. Olomouc: Hanex, 2006. ISBN 80-85783-52-5.
35. ROKYTA, R., ŠŤASTNÝ, F. *Struktura a funkce lidského těla*. 1. vyd. Praha: Tigis, 2002. ISBN 80-900130-2-3.
36. SCHWARZENEGGER, A., DOBBINS, B. *Encyklopedie moderní kulturistiky*. Praha: Beta - Dobrovský & Ševčík, 1995. ISBN 80-901703-9-0.
37. SKOPOVÁ, M., ZÍTKO, M. *Základní gymnastika*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2005. ISBN 80-246-0973-8.
38. SKOPOVÁ, M., ZÍTKO, M. *Základní gymnastika*. 2. vyd. Praha: Karolinum, 2008. ISBN 978- 80- 246-1478-6.
39. STACKEOVÁ, D. *Fitness - trendy a perspektivy*. In VINDUŠKOVÁ, J., CHRUDIMSKÝ, J. (eds.) *Pohybové aktivity jako prostředek ovlivňování člověka*. Praha: UK FTVS, 2003. ISBN 80-86317-28-5.
40. THORNE, G., EMBLETON, P. *Encyklopedie kulturistiky: vše, co potřebujete vědět o budování svalů od A-Z!*. 1. vyd. Pardubice: Svět kulturistiky, 1998. ISBN 80-902589-0-5
41. TROJAN, S. a kol. *Lékařská fyziologie*. 4. vyd. přeprac. a dopl. Praha: Grada, 2003. ISBN 80-247-0512-5.
42. TŮMA, Z. a kol. *Sportovní gymnastika: Učební text pro trenéry III. a II. třídy - 1. díl*. Praha: Olympia, 1980.
43. VILIKUS, Z., BRANDEJSKÝ, P., NOVOTNÝ, V. *Tělovýchovné lékařství*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2004. ISBN 80-246-0821-9.
44. VŠETULOVÁ, E., BUNC, V. Využití bioimpedanční metody pro stanovení procenta tělesného tuku obézních žen. *Časopis lékařů českých*. Praha: UK FTVS, 2004.
45. WANG, Z. M. et al. Total-body skeletal muscle mass: evaluation of 24th urinary creatinine excretion by computerized axial tomography. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 1996.

46. WANG, Z. M., PIERSON, R. N., HEYMSFIELD, S. B. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 1992.
47. MALÁ, L. a kol. *Určenie telesného zloženia pomocou metódy hydrodenzitometrie*. In *Molisa 6 - Medicínsko-ošetrovateľské listy Šariša*, Zborník. Prešov: Prešovská univerzita v Prešove, 2009.
48. VILIKUS, Z., BRANDEJSKÝ, P., NOVOTNÝ, V. *Tělovýchovné lékařství*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2004. ISBN 80-246-0821-9.
49. WILMORE, J. H., COSTILL D. L. *Physiology of sport and exercise*. 3. vyd. Champaign: Human Kinetics, 2004. ISBN 0-7360-4489-2.
50. FEJTEK, J. *Metody posilování*. In *Sportovní-moderní gymnastika*, 1987.
51. BIOSPACE: *InBody* [online]. Lékárna-invest ©2009 [cit. 9.2.2016]. Dostupné z: <http://www.biospace.cz/inbody-230-pb2.php>.
52. GYMNET: *sportovní gymnastika* [online]. Gymnet ©2009 [cit. 22.1.2016]. Dostupné z: <http://www.gymnet.cz/>.
53. INBODY: *Tělesná voda* [online]. Lékárna-invest ©2009 [cit. 29.1.2016]. Dostupné z: <http://www.inbody.cz/>.

PŘÍLOHY

Seznam příloh:

Příloha č. 1 - Informovaný souhlas

Příloha č. 2 - Výstupní protokol tělesného složení z přístroje InBody 230

Příloha č. 3 - Technická specifikace InBody 230

Příloha č. 4 - Podmínky a bezpečnostní kroky nezbytné před prováděním testu na
InBody 230