



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra tělesné výchovy a sportu

Bakalářská práce

Zjištění souvislosti mezi motorickou lateralitou a lateralitou složení těla prostřednictvím laboratorního testování

Vypracovala: Pavla Janoušková

Vedoucí práce: PhDr. Petr Bahenský, Ph.D

České Budějovice, 2019



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

University of South Bohemia in České Budějovice

Faculty of Education

Department of Sports Studies

Bachelor thesis

**Determination of the relationship
between motor side and laterality of the
body composition through the laboratory
testing**

Author: Pavla Janoušková

Supervisor: PhDr. Petr Bahenský, Ph.D

České Budějovice, 2019

Bibliografická identifikace

Název bakalářské práce: Zjištění souvislosti mezi motorickou lateralitou a lateralitou složení těla prostřednictvím laboratorního testování

Jméno a příjmení autora: Pavla Janoušková

Studijní obor: Anglický jazyk a Tělesná výchova a sport se zaměřením na vzdělávání

Pracoviště: Katedra tělesné výchovy a sportu PF JU

Vedoucí bakalářské práce: PhDr. Petr Bahenský, Ph.D

Rok obhajoby bakalářské práce: 2019

Abstrakt:

Tato bakalářská práce se zabývá porovnáním množstvím svaloviny a výkonu dolní končetiny běžců, basketbalistů a hokejistů na vrcholové úrovni při zátěži. Testováno bylo 42 sportovců ve věku 15 až 36 let, kteří byli jednorázově podrobeni Wingate testu na bicyklovém ergometru a testování na nášlapné váze Tanita. Veškeré testování se uskutečnilo v laboratoři zátěžové diagnostiky na KTVS JČU. Naměřené hodnoty Wingate testu byly následně porovnány se složením těla a výsledný vztah porovnán mezi jednotlivými skupinami sportovců. Pro porovnání množství svalové hmoty na jednotlivých končetinách a pro porovnání výkonů jednotlivých končetin byla použita věcná a statistická významnost. Pro samotný vztah mezi výkonem a svalovinou byl použit Spearmanův korelační koeficient. Na základě výzkumu bylo zjištěno, že dolní končetina s větším podílem svalů nepodává významně vyšší výkony než končetina druhá. Byl ale zjištěn velmi malý rozdíl mezi zapojením jednotlivých končetin u basketbalistů, nejvyšší výkon podali hokejisté, nejmenší podíl tuku byl zjištěn u běžců, u basketbalistů bylo prokázáno větší množství kostní hmoty a také větší množství svalové hmoty. Výsledky mohou posloužit k odhalení svalových dysbalancí, zjištění funkčnosti svalů a případnému upravení plánu k jejich kompenzaci.

Klíčová slova: Wingate test, lateralita, lední hokej, basketbal, atletické běhy, svalová dysbalance, zátěžové testování

Bibliographical identification

Title of the bachelor thesis: Determination of the relationship between motor side and laterality of the body composition through the laboratory testing

Author's first name and surname: Pavla Janoušková

Field of study: Physical education and sports for education - Introductory teacher training course in English language

Department: Department of Sports studies

Supervisor: PhDr. Petr Bahenský, Ph.D

The year of presentation: 2019

Abstract:

This bachelor thesis deals with the comparison of the muscle and the performance of the lower limbs of runners, basketball players and ice-hockey players at the top level, using the Wingate test. We tested 42 athletes aged 15–36 years, who have undergone single physical fitness test on a bicycle ergometer from which we found the average power. These values were then compared to the body composition found from Tanita scales and the resulting relationship was compared between individual groups of athletes. All testing took place on the Department of Sports studies on the University of South Bohemia. The clinical significance and the statistical significance were used to compare amount of the muscle mass and the performance of the lower limbs. The Spearman's correlation coefficient was used to compare the relationship between the performance and the amount of the muscle. Based on the research, it was found that the lower limb with a greater proportion of muscles does not perform significantly higher than the other. However, there was a very small difference between the involvement of individual limbs in basketball players, the highest performance was played by hockey players, the smallest proportion of fat was found in runners, basketball players showed a significantly higher amount of bone and also more muscle mass. The results can be used to uncover muscle imbalances, detect muscle function, and adjust the plan to compensate for it.

Keywords:

Wingate test, laterality, ice-hockey, basketball, running, muscle dysbalance, load testing

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou archivované Pedagogickou fakultou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum

Podpis studenta

Poděkování

Děkuji panu PhDr. Petru Bahenskému, PhD. za odborné vedení bakalářské práce a cenné rady při jejím zpracování. Dále bych chtěla poděkovat všem hráčům z klubu HC Motor České Budějovice, BK Lions Jindřichův Hradec a atletům z oddílu T. J. Sokol České Budějovice.

Obsah

1	Úvod	6
2	Přehled poznatků	7
2.1	Vybrané sporty	7
2.1.1	Lední hokej	8
2.1.2	Běhy na střední a dlouhé tratě	10
2.1.3	Basketbal	13
2.2	Motorika	15
2.2.1	Jemná motorika	16
2.2.2	Hrubá motorika	17
2.2.3	Manipulace	17
2.3	Lateralita	18
2.3.1	Typy a projevy laterality	19
2.3.2	Lateralita dolní končetiny	21
2.4	Tělesné složení	21
2.4.1	Kostra těla	22
2.4.2	Svalstvo	23
2.4.3	Tuky	28
2.5	Svalová dysbalance dolních končetin	29
2.6	Funkční zátěžová diagnostika	31
3	Cíl, úkoly, hypotézy a vědecké otázky	35
3.1	Cíl práce	35
3.2	Úkoly práce	35
3.3	Hypotézy a vědecké otázky	35
4	Metody práce	36
4.1	Obsahová analýza	36
4.2	Metoda měření	36
4.3	Metoda testování	36
4.4	Metody zpracování dat	37
4.5	Komparativní metoda	39
5	Design výzkumu	40
5.1	Charakteristika souboru	40
5.2	Použité přístroje	40
5.3	Použité testy	41
6	Výsledky	42
6.1	Vyhodnocení Wingate testu	42
6.2	Vyhodnocení množství svalové hmoty na dolních končetinách	44
6.3	Vyhodnocení množství tuku na dolních končetinách	46
6.4	Měření množství kostní hmoty na dolních končetinách	48
6.5	Porovnání výsledků Wingate testu se svalovou hmotou	49
6.5.1	Hokejisté	49
6.5.2	Basketbalisté	50
6.5.3	Běžci	51
7	Diskuze	52
8	Závěr	56
	Referenční seznam literatury	58

Seznam příloh	60
---------------------	----

1 Úvod

Veškeré sportovní aktivity přímo ovlivňují tělesnou kondici a fyzický stav organismu. Sport má na člověka řadu pozitivních vlivů, zejména v dnešní civilizované společnosti, kdy postupně mizí přirozená pohybová aktivita, a čas trávený fyzickým pohybem je zaměňován za čas trávený u počítačů a televize. Sport, a to především rekreační, nese důležitou úlohu, kterou je kompenzace našeho sedavého způsobu života.

Společně se sportovními aktivitami se ale nesou i některé negativní vlivy, jež působí na lidský organismus. Především pokud se jedná o vrcholový sport, během kterého dochází k přílišnému zatěžování pohybového aparátu, převážně jednostrannou zátěží. Na profesionálního sportovce jsou se vznikem specializace kladeny stále vyšší nároky, s nimiž se zvyšuje i množství úrazů a negativních dopadů na organismus v důsledku sportu. My jsme se v práci zaměřili na svalovou dysbalanci, jež je typická snad pro všechna sportovní odvětví.

Běhy na střední a dlouhé tratě, jako individuální sport, a lední hokej společně s basketbalem, patřící do sportů kolektivních, jsou v současné době velice rozšířené i jako rekreační sporty. Pro všechny tři sportovní disciplíny je důležitá nejen technika, ale i zvládnutí vytrvalostních a rychlostně silových dovedností. Dalším společným znakem pro tyto sporty je výkon dolních končetin, na němž stojí velká část úspěchu. Pro lední hokej je typická krátkodobá a rychlostně silová vytrvalost, jež slouží především k úniku soupeři. Podobně je tomu u basketbalu, kde je krátkodobá vytrvalost zaměněna za dlouhodobou a střednědobou. Poslední dvě zmíněné jsou nejvíce typické pro běžce na střední a dlouhé tratě.

Teoretická část práce je zaměřena na literární zdroje, jež se týkají ledního hokeje, běhu a basketbalu. Dále tělesného složení, svalové dysbalance a laboratorní diagnostiky.

Praktická část práce se zaměřuje na složení těla jednotlivých hráčů, zahrnující svaly, tuky a kostní hmotu dolních končetin. Dále na testování sportovců na bicyklovém ergometru za pomoci Wingate testu a následném porovnání výsledků s množstvím svalů na jednotlivých končetinách.

2 Přehled poznatků

2.1 Vybrané sporty

Sport je v současné době popisován z různých úhlů pohledu a odlišných pozic. Sport můžeme označit jako institucionalizovanou pohybovou aktivitu, která je motivována zvýšením fyzické kondice, vlastním osobním prožitkem s cíleným efektem či výkonem (Sekot, 2008).

Sport je ve společnosti výrazným a nepostradatelným jevem. Pojem sport pochází z latinského „es désporter“, což je přeloženo jako bavit se, či trávit volný čas příjemným způsobem, rozptylovat se. Sport je složitě definovatelný a bohatě strukturovaný jev, jež zahrnuje jak samotnou sportovní činnost, tak i tréninkový proces s ní spjatý, projevy diváctví, propagace a nespočetná řada dalších jevů, které se se sportem pojí. Každý z těchto jevů má ve sportu své místo a funkci, a proto je důležité je se sportem spojovat (Choutka, 1976).

Sport je významným společenským jevem, který nám umožňuje možnost seberealizace, pohybové, psychické, i sociální vyžití dle našich možností a předpokladů, a tím se stává velice významným prostředkem vlastního sociálního rozvoje. V současné době se do sportu nezařazuje pouze samotná sportovní činnost, patří do něj i zabezpečení tréninkových procesů, organizace soutěží a řada dalších jevů, jež se kolem sportu vytvářejí. Projevuje se i v prostředí ekonomickém, kulturním a sociálním (Sikorová, 2006).

Sport vede člověka k aktivitě a organizované činnosti a patří mezi významné faktory, jež umožňují seberealizaci člověka. Zejména ambiciózní a aktivní lidé, jež mají silnější potřebu sebeuplatnění, hledají své uplatnění ve sportu. Sport si vybírají jak podle svých zájmů a dispozic, tak i podle vlivu svého okolí, ať už jde o rodiče, přátele či spolupracovníky. Motivace ve sportu má nejprve povahu všeobecných potřeb, v průběhu se formuje v pevnější strukturu pomocí sportovního tréninku. Zároveň se prohlubují prožitky i samotné uspokojování (Choutka, 1983).

Na podobnosti hry a sportu se shodují téměř všichni autoři. Sport je považován za specializované odvětví hry. Každý sport potom představuje skutečnou hru. Takové pojetí potom umožňuje lepší a přesnější pochopení vztahu mezi hrami a sportem. Dále také usnadňuje zařazení sportu do lidských činností vůbec. Blízký vztah dokazují

i společné znaky, jakými jsou motivace, dobrovolnost, pravidla a řády, prostorové a časové vymezení. Vedle znaků společných s hrou má sport i své specifické znaky. Některé se vyskytují i ve hrách, ale obecně platné pro hry nejsou. K těmto znakům patří soutěživost, jež je neoddělitelná od sportu, a bez níž by neměl sport smysl, a dále specifická tělesná výkonnost, jež je možná nejcharakterističtějším znakem sportu. Taková výkonnost je výsledkem dlouholeté, obtížné a individualizované přípravy sportovců. Z pohledu takové přípravy je tělesná výkonnost projevem maximálních tělesných schopností sportovce. Tímto znakem se sportovní činnost těžce odlišuje od činnosti herní (Choutka, 1976).

2.1.1 Lední hokej

Tento sport je charakteristický velkým počtem neobvyklých činností. V málokterém jiném sportu se využívá tak neobvyklý pohyb, jakým je bruslení, hrací předmět (kotouč) je ovládán pomocí hokejové hole v atmosféře neustálého, obvykle velice tvrdého fyzického kontaktu se soupeřem. Dále je nezbytné počítat s váhou a tvarem chráničů, které mají funkci krytí hráče před údery jak kotouče, tak i údery soupeřů, pro uvědomění si dlouhodobého a náročného učení pro pouhé zvládnutí nejzákladnějšího pohybu s holí a kotoučem na ledě (Perič, 2002).

Lední hokej se řadí mezi sportovní hry brankové. Děj celé hry tvoří spolupráce všech hráčů, jejím základem je útok nebo obrana. Pro tento sport je charakteristická rychlá změna z útoku na obranu a naopak. Jak útočná, tak i obranná hra je výsledkem herní činnosti jednotlivce, dále herními kombinacemi a systémy. Hra je na jednu stranu složena z jednotlivých činností, ale na druhou je v celém svém průběhu jedinečná a neopakovatelná (Kostka, Bukač, & Šafařík, 1986).

Obsahem tělesné přípravy hráčů ledního hokeje je rozvoj všech pohybových schopností (vytrvalost, síla, obratnost a rychlost). Celkově se tyto schopnosti označují pojmem kondice. Ta tvoří základ herních dovedností. Všeobecná tělesná příprava tvoří široký základ všestranného rozvoje hráče, ten je důležitý pro zvýšení herní výkonnosti. U ledního hokeje plní tuto úlohu běh, gymnastika, plavání a úpoly. Speciální tělesná příprava úzce navazuje na tu všeobecnou. Její zaměření je závislé na požadavcích hry a jejím cílem je rozvíjení speciálních pohybových schopností, jež jsou velmi úzce spojeny s herními dovednostmi. Z tohoto důvodu se využívá samotné hry a speciálního

cvičení, jejichž struktura a povaha nervosvalových úsilí jsou velmi blízké charakteru pohybů využívajících ve hře (Kostka, Bukač, & Šafařík, 1986).

Jelikož se v ledním hokeji objevuje velká různorodost projevů, je nutné zohlednit výběr způsobů speciální tělesné přípravy. Proto se využívají cvičení hře velmi blízká, ale zároveň je možné je provádět v různých formách, různou intenzitou a úsilím během různě dlouhé doby apod. Patří sem všelijaké obměny herních pohybů ve zlehčených nebo ztížených podmínkách a procvičují se podle principů rozvoje vytrvalosti, rychlosti, obratnosti a síly. Ve hře se potom rozvíjí celkový komplex pohybových schopností, ovšem samotná hra není dostatečným podnětem pro rozvoj pohybových schopností. Taková tělesná příprava rozhoduje o vzrůstu herní výkonnosti. Zároveň se ale potvrzuje, že její podcenění vede k pomalému výkonnostnímu růstu a náchylnosti ke zranění. V extrémních případech může dojít k poruchám a poškození zdraví (Kostka, Bukač, & Šafařík, 1986).

V plném nasazení hokejisté dosahují bruslením rychlosti až 60 km/h a kotouč po vystřelení dosahuje rychlosti až kolem 190 km/h. Hráči během hry vydají přibližně 40-70 kJ/min a energetický výdej dosahuje průměrně až 3200 % náležitého bazálního metabolismu. Energetický výdej po dobu celého utkání dosahuje 4–5 MJ. Hra ledního hokeje ztělesňuje z fyziologického hlediska přerušovaný a zároveň intervalový typ aktivity, jež vyžaduje bohatou škálu motorických dovedností, a také rozhodovacích a reakčních schopností, souhru a kvalitu receptorů a zároveň i výbornou úroveň celkové tělesné výkonnosti (rychlost, vytrvalost a síla) (Heller, 2018).

Během hry ledního hokeje se střídají cyklické (bruslení) a acyklické činnosti (střelba, souboj s protihráčem, přihrávky atd.). Hráč v plném nasazení stráví na ledě dobu 40–60 s, mezi těmito jednotlivými časovými úseky bývá přibližně 200 s na střídačce, kde si hráč odpočne. Průměrný čas zátěže na ledě a průměrný čas odpočinku na střídačce se uvádí v poměru 1 : 5. Hokejisté během zápasu nabruslí v průměru 5–6 km a na led nastoupí během utkání přibližně 15–18krát (Heller, 2018).

Intervalový způsob zátěže během utkání klade speciální nároky na energetické hrazení. Na němž se podílejí nestejnou měrou veškeré systémy energetické úhrady. Alaktátový anaerobní systém převažuje během krátkých, zejména acyklických činnostech (přihrávka, střelba, souboje atd.). Anaerobní glykolýza převažuje při opakovaném, lépe řečeno rychlostně vytrvalostním zatížení. V průběhu zápasu

se koncentrace laktátu mění, obvykle kolísá mezi 5–10 mmol/l. Aerobní způsob převažuje zejména během zotavení v době na střídačce, ale zároveň se uplatňuje i během plynulé nepřerušované hry (např. během tréninku). Převažující způsob hrazení energie určuje zejména intenzita a čas trvání zátěže, délka odpočinku nebo styl hry. Je ale důležité podotknout, že převažující způsoby energetické úhrady jsou z velké části ovlivněny samotnou trénovaností a dále i individuálními vrozenými vlastnostmi hokejistů (Heller, 2018).

Z hlediska morfologických dispozic hokejistů jde zejména o strukturu svalových vláken. V první řadě se jedná o procentuální zastoupení individuálních typů svalových vláken uložených v kosterním svalu, v druhé řadě jde o velikost transversálního průřezu jednotlivých vláken, tedy o svalovou hypertrofii. U hráčů ledního hokeje se nejčastěji objevuje největší množství pomalých SO vláken, jde cca o 50–60 %, a také hypertrofie rychlých svalových vláken. K nárůstu zbytnění rychlých svalových vláken, případně i k samotné změně poměru dvou typů rychlých vláken, zvýšení oxidativně-glykolytických vláken a k mírnému snížení glykolytických vláken, dochází především během přípravného období z důvodu intenzivního intervalového tréninku rychlostní síly (Heller, 2018).

Tento sport byl pro práci vybrán z důvodu nerovnoměrného zatěžování a vysokého počtu rychlých explozivních pohybů vykonávaných maximální intenzitou.

2.1.2 Běhy na střední a dlouhé tratě

Běh patří mezi základní pohybové projevy člověka a tvoří základ pro řadu dalších sportovních odvětví. Běžecké závody se řadí mezi nejstarší sportovní disciplíny. Pokud nehrozí riziko nadměrného zatěžování nosných kloubů, může být běh vhodným rekreačním sportem jak pro mladistvé, tak i pro sportovce vyššího věku (Heller, 2018).

Ač se může zdát běh v porovnání například s lyžováním, plaváním či tenisem jako relativně jednoduchá pohybová aktivita, je stále důležité věnovat pozornost i technické stránce běhu. I pro úplného začátečníka je důležité si osvojit správnou techniku, při jejím zanedbání potom může docházet k vytváření předpokladů pro poruchy pohybové soustavy. Nejčastější chybou začátečníků bývá obvykle přílišná křečovitost pohybů. Ta může být způsobena nadměrným předklonem hlavy. Nadměrný svalový tonus jedné části těla se může šířit na další části těla. Příliš pokrčené lokty a zatnuté pěsti provází i nadměrné napětí svalů pánve a trupu. Přičemž základní prvek

běhu by měla tvořit celková uvolněnost a přirozenost celého pohybu. Trup by měl být vzpřímený, ramena volně spuštěná, lokty by neměly svírat menší úhel než 90° a ruce by neměly být sevřené v pěst. Nemělo by docházet k přílišnému předklonu trupu a paže by se měly pohybovat přirozeně ve směru běhu, nikoli šikmo před hrudník. Velmi důležité je i správné došlapování, u vytrvalců by nemělo docházet k našlapování na přední část chodidla, tento způsob je vhodný pro sprintery, při vytrvalostním běhu jsou příliš namáhány lýtkové svaly a Achillova šlacha, dochází k jejich přetěžování. Vytrvalci by měli došlapovat na patu a postupně celou váhu přenášet na zbytek chodidla, až potom na přední část, odkud následuje odraz na další krok (Hamar, 1989).

Při běžeckém vytrvalostním tréninku se objem zatížení uvádí buď celkovým počtem uběhnutých kilometrů nebo celkovým trváním zatížení, nejčastěji v nějakém časovém intervalu, například v týdnu. Přesněji ho lze specifikovat počtem tréninkových jednotek a jejich trváním. Aby se vytrvalostní trénink stal pro běžce účinným a efektivním prostředkem ke zvyšování tělesné kondice, je důležité, aby se objem tělesného zatížení pohyboval v rozsahu, ve kterém je účinek tréninku dostatečně intenzivní a zároveň s nízkým rizikem akutních běžeckých poranění. Bylo zjištěno, že tato kritéria splňuje čas 45–300 minut týdně. Pokud je objem intenzity nižší, než je doporučeno, nedochází k dostatečné adaptaci organismu na zátěž. V případě většího objemu intenzity je trénink nejen časově náročný, ale i jeho výsledek není úměrný vynaloženému úsilí. Jedinec může být přetrénovaný a zvyšuje se i riziko poranění (Hamar, 1989).

Velmi důležité je rozdělení celkového tréninkového zatížení (například v jednom týdnu). Ač lze některé příznivé adaptační změny pozorovat i po jednorázovém zatížení v týdenním cyklu, je vhodnější jeho rozdělení do více tréninkových jednotek. Tento jev vyplývá z experimentálního pozorování, kdy lze při stejném objemu dosáhnout výraznějšího efektu při rozdělení zatížení do více tréninků. Proto by se měl již zmíněný čas 45–300 minut rozdělit na 3 až 5 tréninkových jednotek. Optimální délka jednotlivých tréninkových zatížení potom připadá na 15 až 60 minut (Hamar, 1989).

S působením zátěže na svalovou soustavu vznikají adaptační změny, jejichž rozsah a charakter určuje intenzita svalových kontrakcí. Velmi intenzivní stimulace svalových vláken je typická zejména pro silové, a do jisté míry i rychlostní zatížení. Pro tento druh podnětů je typická hypertrofie svalových vláken, jež je základem pro

zvýšení síly a zčásti i rychlosti. U běhu je ale intenzita svalových kontrakcí viditelně nižší. Při běhu na dlouhou (i střední) trať zpravidla nepřesahuje 25–30% maximální volní kontrakce. Za těchto podmínek nemůže dojít ke svalové hypertrofii, ani k viditelnějšímu zvýšení svalové síly. Vznikající adaptační změny směřují zejména k lepšímu energetickému metabolismu svalových buněk (Hamar, 1989).

Atletické běhy se rozdělují do několika kategorií podle délky tratě na krátké sprinty, jež jsou dlouhé do 200 metrů, dlouhé sprinty dlouhé do 500 metrů, střední tratě dlouhé 800 a 1500 metrů a dlouhé tratě, jež sahají od 3 km překážkových běhů až po maratony. Bohatá škála atletických běhů představuje i odlišný způsob čerpání energie. Rozdíl se vyskytují i po funkční a metabolické stránce. Výkon na trati dlouhé 800 m vyžaduje energii, jež odpovídá 120 % VO_{2max} , výkon na trati 1500 m odpovídá asi 110 % VO_{2max} , výkon na 5 km cca 96 % VO_{2max} , výkon na trati 10 km asi 92 % VO_{2max} a pro maraton cca 85 % VO_{2max} (Heller, 2018).

Při srovnání somatometrických ukazatelů u běžců odlišného zaměření se neprojevily výrazné rozdíly v hodnotách tělesné výšky, hmotnosti, ani v procentech tělesného tuku. Ovšem běžci zaměřující se na krátké sprinty vykazovali výrazně vyšší množství tukuprosté hmoty v porovnání s běžci na dlouhé sprinty a střední tratě. Zahraniční literatura uvádí, že běžci se zaměřením na krátké tratě se vyznačují vyšší tělesnou výškou a hmotností než středotračaři. Ti zároveň vykazují vyšší hodnoty těchto somatometrických rozměrů než dlouhotračaři. Velká řada studií ovšem nepovažuje tyto obecné trendy za významné (Heller, 2018).

Aerobní fosforylace je důležitým způsobem energetické úhrady běžců středních a dlouhých tratí. Z toho důvodu se hlavní ukazatele aerobní zátěžové diagnostiky (příjem či maximální spotřeba kyslíku, úroveň anaerobního práhu, spotřeba kyslíku při běhu submaximální rychlosti, jež charakterizují ekonomiku běhu) zároveň považují za důležité fyziologické parametry výkonnosti běžců. Ač je pro běhy středních a dlouhých tratí typické, že je energetická úhrada zpracovávána aerobním způsobem, je důležité brát ohled na nezanedbatelnou participaci anaerobní glykolýzy, především u středních tratí (Heller, 2018).

Tento sport byl pro práci vybrán z důvodu rovnoměrného a vytrvalostního zatěžování.

2.1.3 Basketbal

Basketbal je velice všestranná sportovní hra, která se hraje v hale po čtyřech čtvrtinách dlouhých 10 minut. Pauza po první a třetí čtvrtině trvá 2 minuty, přičemž pauza mezi poločasy 15 minut. Hráči jsou nastoupeni v počtu 12 v každém týmu. Na hřišti se pohybuje pouze 5 hráčů z každého družstva. Basketbal se v současné době velice zrychlil. A to jak samotnou činností hráče, tak i řešením herních situací. V této sportovní disciplíně se nevyskytují téměř žádná hluchá místa, z toho důvodu jsou kladeny enormní nároky na každého hráče jako jednotlivce. Efektivita výkonu celého družstva je potom přímo závislá na jednotlivých herních výkonech každého hráče. Během hry jsou nejvíce uplatňovány zejména běhy, driblink, přihrávka, střelba (obvykle z výskoku), doskoky odražených míčů. Nejvíce se tedy uplatňuje acyklický výkon, ovšem podíl cyklických dějů, jakým je například běh, je rovněž vysoký (Kafková, 2006).

Basketbal, stejně jako většina sportovních her, zahrnuje dynamickou fyzickou aktivitu, jež je kombinována cyklickými a acyklickými činnostmi. Basketbal je příkladem kolektivního sportu s přerušovanou aktivitou a s neustále se měnící intenzitou zatížení. Čas samotné hry na hřišti je rozdělován přerušením hry nebo střídáním hráčů. Čas, při kterém hráči vykazují vysokou intenzitu zatížení, jsou velice krátké a trvají pouze pár vteřin. Tyto intenzivní časové úseky hry zabírají pouze cca 15 % celkového čistého času hry. Mezi pohybové úkony takového intenzivního zatížení patří například sprint. Chůzí nebo klidným poklusem se hráči pohybují přibližně dvě třetiny hrubého času utkání. Průměrná vzdálenost uběhnutá hráčem v průběhu celého utkání spadá do 5 až 7 km, během nichž provede 40–50 výskoků a asi 1000krát během utkání dojde ke změně aktivity (změna směru nebo rychlosti pohybu) (Heller, 2018).

Z pohledu kondiční přípravy tento sport po hráčích vyžaduje nároky spojené s rozvojem síly, vytrvalosti, rychlosti a obratnosti – tedy všechny tzv. pohybové schopnosti. Všechny ovlivňují výkonnost sportovce, z toho důvodu je důležité se jim prakticky věnovat. Obecná kondiční příprava je zaměřena na rozvoj veškerých funkčních možností organismu orientovaných na pohybovou aktivitu. Speciálně pojatá kondiční příprava se orientuje na ty pohybové schopnosti, které jsou specifické pro danou sportovní disciplínu. Hovoříme-li o rozvoji rychlosti v basketbale, míněno ve speciálním pojetí, jde zejména o rychlost, jakou hráč dokáže vyvinout při provádění

jednotlivých herních úkonů jak v útoku, tak i v obraně, s míčem či bez míče (Velenský & Karger, 1999).

Jako jakýkoliv jiný sport, tak i basketbal vyžaduje jak zvládnutí techniky jednotlivých činností (driblink, střelba, přihrávky apod.), tak i zajištění schopnosti realizace těchto činností v čase tréninku či zápasu, a dále v takovém čase, za jaký je žádoucí herní úkol vykonat. Této schopnosti lze dosáhnout správně provedenou kondiční přípravou. Jejím cílem je rozvíjení, udržení, a také zvyšování tělesné výkonnosti jedince. V případě basketbalu se jedná o specifickou oblast, jež je zaměřena na pohybový projev. Nedostatky kondiční přípravy mohou vést k nedokonalosti v technice vykonávání příslušných pohybových dovedností (Velenský & Karger, 1999).

Při rozvoji silových schopností se využívá menších odporů s intenzivnější frekvencí jednotlivých pokusů. V basketbale se využívá nejen svalů dolních končetin (opakované výskoky), ale také paží, zad i břicha. Pro správný rozvoj těchto schopností se tedy zatěžují všechny svalové skupiny, i ty, které se zdánlivě pohybu neúčastní. I když se například při střelbě zapojují především natahovače, je nutné posilovat např. i biceps, který je ohybačem. Je důležité brát na vědomí vztah mezi velikostí překonávaného odporu, počtem opakování a délkou odpočinku (Velenský & Karger, 1999).

Z hlediska energetické úhrady převažuje způsob anaerobní alaktátový. Spoluúčastní se ale i anaerobní laktátové a také aerobní energetické krytí. U vrcholových sportovců dosahuje energetický výdej průměrně až 2730 % bazálního metabolismu, v průměru pracuje na úrovni 70 % individuální VO_2max , srdeční frekvence se pohybuje na 81–95 % maximální srdeční frekvence (Heller, 2018).

Do základních fyziologických požadavků na hráče basketbalu patří vysoký nárok na aerobní, a především na anaerobní způsob tvoření energie, na vysokou rychlostní sílu, zejména dolních končetin, flexibilitu, rychlost reakce, obratnost, vytrvalost, předvídání jednání a stylu soupeře, vývoje hry a další psychomotorické faktory (Heller, 2018).

Výsledky Wingate testu u basketbalistů jsou variabilní, tato odchylka souvisí s výraznými rozdíly tělesné stavby. Největší změny jsou patrné v tělesné hmotnosti, jež se liší dle herních postů basketbalistů. Tělesná hmotnost křídel a rozehrávačů je obvykle nižší a úroveň parametrů, jež jsou vyjádřeny na kilogram hmotnosti těla,

bývají vyšší. Zatímco středoví hráči (pivoti) mívají vyšší tělesnou hmotnost, relativní funkční parametry bývají poněkud nižší. Nejvyššího průměrného výsledku anaerobního Wingate testu dosahují pivoti, nižšího křídla a nejnižšího rozehrávači, jež se vyznačují svým vytrvalostním profilem (Heller, 2018).

Tento sport byl pro práci vybrán z důvodu nerovnoměrného zatěžování, vysokého počtu explozivních a rychlých pohybů, ale zároveň i kvůli vytrvalosti, jež musí basketbalisté překonávat během zápasu.

2.2 Motorika

Samotné slovo Motorika pochází z latinského slova motus, což znamená pohyb. Můžeme ji charakterizovat jako souhrn veškerých pohybů lidského těla, či celková pohybová schopnost organismu. Je to tedy souhrn všech struktur, procesů, obsahů a stavů spjatých s pohybovou aktivitou (Zvonař et al., 2011).

Na počátku samotného vývoje jedince se nejdříve rozvíjí obratnost a pohyblivost, a teprve poté nastupuje rozvoj rychlosti a dynamiky, vývoj pokračuje vytrvalostí a až naposledy se rozvíjí statická síla. S věkem se výrazně snižuje počet dovedností z důvodu postupného zmenšování pohyblivosti a zároveň zhoršování obratnosti. Nastává pokles rychlosti a dále i síly, ovšem vytrvalost je po dlouhou dobu zachovávána na relativně vysoké úrovni (Havlíčková et al., 2006).

Nelze tedy motoriku charakterizovat pouze jako množinu pohybů nebo pohybových dovedností, zároveň totiž patří i mezi pohybové předpoklady člověka. K nim přiřazujeme jak pohybové předpoklady, tak i ty psychické, sociální, somatické a neurofyzičné. Všechny výše vyjmenované spolu vytváří široké jádro předpokladů, mezi nimiž existují složité a spletité vazby a vztahy. Spojitostí předpokladů a pohybových projevů se zabývá více odborných studií, jako například fyziologie, antropomotorika, biomechanika či psychologie. Motoriku lze rozdělit na jemnou a hrubou (lokomoční) (Zvonař et al., 2011).

Obě motoriky tvoří jednu funkční jednotku. Pokud například píšeme písmeno na papír, jedná se o motoriku jemnou, využíváme svalů prstů či zápěstí jemné pohybové mechaniky. Pokud ale to stejné písmeno píšeme na o něco větší plátno, například na tabuli, využíváme svalů paže, svaly ramenního pletence a posturální svaly spadající pod hrubou pohybovou mechaniku, ač má v sobě cílové vedení paže prvky

jemné motoriky. Zde můžeme vidět úzkou spojitost obou systémů konajících jeden cíl (Véle, 2006).

Do motorického systému zařazujeme motorickou jednotku, která je vytvořena spojením míchy, motorických svalových vláken, páteřní míchy (ta se podílí na primárních postojových a motorických reakcích), mozkového kmene (ovládá svalové napětí a monitoruje veškerý pohyb), mozečku (kontroluje pohyb a udržuje polohu a postoj), talamu (zaznamenává pohyb), bazálních ganglií (modulují informace vedoucí z mozkové kůry a mají tlumivý vliv na motoriku) a nejvyššího nervového koordinátoru pohybu – motorické kůry (Bartůňková et al., 2013).

2.2.1 Jemná motorika

Jemná (obratnostní, dovednostní, šikovnostní atd.) motorika je formulována jako schopnost kontrolovaně a obratně manipulovat drobnými předměty v malém prostoru. Jemná motorika zahrnuje veškeré pohybové aktivity založené na provedení pohybu malými svalovými skupinami, obzvláště rukou, ale také i úst nebo nohou, jež vyžadují přesnost při vykonávání motorického úkolu. Je zejména využívána pro kreativní aktivity člověka (Vyskotová & Macháčková, 2013).

Jemná motorika slouží k manipulaci s pracovními, hudebními nebo komunikačními nástroji. Složitých sdělovacích či obratných pohybů je možné dosáhnout pouze při správně fungující hrubé motorice, která zabezpečuje stabilní pracovní polohu pohybových segmentů, která je potřebná k uskutečnění cílených pohybů (Véle, 2006).

Výsledky obratnostní motoriky jsou hmotnou projekcí samotné představy člověka, která vedla ke vzniku těchto artefaktů. V podstatě se jedná o pokus zhmotnění představy. Ideokinetické pohyby jsou řízeny centrální nervovou soustavou v úzké kooperaci s mozečkem a jejich realizace probíhá skrz pyramidovou dráhu, jež se zasluhuje o obratný pohyb, především v okrajových částech končetin, ve svalech mimických a svalech potřebných k řeči. Výkonným orgánem ideokinetických pohybů jsou distální svaly, především horních končetin, jež provádějí samostatnou manipulaci. Ideokinetická motorika ovšem může být za určitých podmínek realizována i dolními končetinami. Mezi ideokinetické činnosti patří také sdělovací motorika mluvidel nebo mimické svaly obličeje. Ke sdělování jsou jako doplňkové aktivity používány i pohyby hlavy a gestikulace horních končetin, popřípadě trupu (Véle, 2006).

2.2.2 Hrubá motorika

Hrubá neboli lokomoční motorika zprostředkovává bezpečný pohyb, aby byly při pohybu kloubní plochy zapojovány rovnoměrně a aby nedocházelo k přílišnému přetížení a následnému opotřebení. Jako hrubá se označuje z toho důvodu, že využívá velkých a silných svalů. Zároveň také vytváří zabezpečovací i opornou bázi pro motoriku jemnou (Véle, 2006).

Udržování polohy neboli statický pohyb a fázický pohyb mohou působit jako dvě naprosto protichůdné stránky motoriky. Termínem postura se vyznačuje klidová poloha těla, při níž dochází k určitému uspořádání pohyblivých segmentů. Pokud má člověk úmysl udělat jakýkoliv pohyb, klidová poloha se rázem změní v pohotovostní polohu, která předchází zamýšlenému pohybu, a je charakteristická účelovou orientovanou polohou, ze které teprve zamýšlený pohyb vychází směrem k cíli. Tedy už při rozhodování o pohybu se připravuje změna polohy. Z toho plyne, že pohyb prostupuje dvěma fázemi, nejprve fází přípravnou, po které následuje fáze aktivní. Udržení nastavené výchozí polohy tedy probíhá dynamicky, ač se může zevnímu pozorovateli zdát jako statický fenomén v porovnání s následujícím fázickým pohybem (Véle, 2006).

Nesoulad pohybu a posturální motoriky, který může vzniknout nevhodným nebo nepřesným nastavením výchozí polohy či výchozího záběru u vadného držení těla méně zkušeného sportovce může vést k horšímu pohybovému efektu nebo nepříjemným efektům, jakými jsou selhání pohybového záměru, při kterém dochází k funkční poruše motoriky, vadná zátěž podpůrného aparátu, které může způsobovat přetížení, a porucha struktury v podobě zranění, traumatu apod. Může převládat názor, že lze těmto poruchám předcházet pouhým posilováním svalů, takový názor je ovšem mylný. V takovýchto případech se spíše jedná o problém dočasného zhoršení či dokonce selhání řídicího pochodu. Ukazuje se, že podstatnější než síla samotného svalu, je schopnost rychlé, přesné a koordinované reakce na aktuální stav nebo změnu okolního prostředí (Véle, 2006).

2.2.3 Manipulace

Jako manipulaci můžeme označit manuální činnost během vykonávání složitých prací či odborný způsob zacházení s předmětem. Slovo manipulace pochází

z latinského *manipulus*, což znamená náruč, hrst, otýpka (obilí, slámy), doslova to, co vyplní celou ruku (ze sloučení slov *manus* – ruka, *plere* – plnit) (Vyskotová & Macháčková, 2013).

Jde o schopnost konat koordinčně náročné pohyby, dokázat si je rychle osvojit a modifikovat je dle měnících se podmínek. Pomocí drobných svalů však lze manipulovat i jinými částmi těla (ústa, nohy) (Vyskotová & Macháčková, 2013).

Pedipulace (z latinského slova *pedis* – noha) znamená v obecném smyslu neodlišené používání zadních a předních končetin u předchůdců člověka během fylogeneze. Jinak řečeno je to cílená, záměrná, pohybová aktivita, během níž se zapojují zejména krátké svaly dolních končetin (Vyskotová & Macháčková, 2013).

2.3 Lateralita

Slovo lateralita pochází z latinského *latus* – bok, strana. Lze ji definovat jako funkční dominanci jednoho z párových smyslových nebo pohybových orgánů člověka. Projev laterality u člověka je způsoben stavbou jeho těla a okolním světem. Každodenně se v běžném životě setkáváme s operacemi a úkony, které vyžadují zapojení pouze jednoho z párových orgánů. A tímto způsobem se den ode dne upevňuje dominance jedné strany, aniž bychom to vnímali, či se snažili to nějakým způsobem ovlivnit (Kasa, 2001).

Lateralita by se dala definovat jako přednostní používání jednoho párového orgánu nad tím druhým, jedná se o asymetrii buď hybných nebo smyslových orgánů. Lateralita je výsledkem dominance odpovídajících jednotlivých korových polí mozku. Lateralitu lze rozdělit do dvou skupin podle toho, zda se jedná o funkční nebo tvarovou asymetrii. V případě tvarové laterality jde například o asymetrii tváře, při komparaci pravé a levé strany obličeje jsou viditelné rozdíly. Naopak v případě laterality funkční jde o přednostní užívání jednoho párového orgánu nad tím druhým. Tento preferovaný orgán potom vykonává svou práci kvalitněji a rychleji. Asymetrie se v motorické oblasti projevuje jak u horních, tak i dolních končetin, ale také kupříkladu u mimického svalstva (Zelinková, 2003).

Lateralita je ve sportu významná hlavně v případě, kdy se párové končetiny nezapojují současně. Pohybové návyky jsou rychleji a kvalitněji utvářeny dominantní stranou a zároveň jsou snadněji ukládány do paměti. Z toho důvodu je doporučováno

začít s tréninkem této dominantní strany, a poté pokračovat nedominantní stranou (Zvonař et al., 2011).

Projev laterality se ve sportu vyskytuje jak v pohybových schopnostech, tak i v dovednostech. Zejména při dovednostech se doporučuje odstranění preference jedné strany. Především ve sportech, ve kterých nastávají náhlé a neočekávané reakce, je jednostrannost nejvíce nežádoucí. Pokud není trénink zaměřen oboustranně, dochází k nedostatečnému vývoji činností necvičené strany. Ve vrcholovém nebo výkonnostním sportu se některé dovednosti z důvodu vysoké obtížnosti trénují pouze jednostranně (Zvonař et al., 2011).

2.3.1 Typy a projevy laterality

Laterální preference je definována jako trvalé upřednostňování jedné strany těla před tou druhou v rámci celého života. Veškeré operace vykonávané preferovanou končetinou jsou prováděny s přesností pohybů, a také s naprostou jistotou (Kasa, 2001).

Laterální dominance se vyznačuje viditelnými rozdíly a převahou ve tvaru či výkonnosti jednoho párového orgánu nad druhým. Vznik a příčiny laterality nejsou přesně známy, ale za nejčastější příčiny laterality se považuje dominance jedné hemisféry, dědičnost a vliv vnějšího prostředí (Kasa, 2001).

V praxi se projev laterality projevuje jako pravorukost či levorukost. Zároveň se stranová preference objevuje i u dolních končetin – nohovost, u očí – zrakovost, a u uší – uchovost. Upřednostnění pravé strany u vyjmenovaných orgánů označujeme jako dextrie, naopak preference levé strany jako sinistrie (Kasa, 2001).

Podle párového orgánu, který převažuje nad druhým orgánem, je rozlišeno praváctví, leváctví nebo ambidextrie. Ambidextrii lze označit jako nevyhraněnou lateralitu, v takovém případě užívá jedinec oba orgány na stejné úrovni. Praváctví a leváctví nejsou protipóly, ale kontinuum, jež směřuje od vysokého stupně vyhraněného praváctví přes méně vyhraněné a přes stupeň nižší úrovně – ambidextrii – dále směřuje k méně vyhraněnému leváctví, až k úplně vyhraněnému (Zelinková, 2003).

Jako kvalitativní znak je přehledně vyobrazen v následujícím rozdělení:

L = vyhraněné, výrazné leváctví

L- = méně vyhraněné, mírné leváctví

A = nevyhraněná, neurčitá lateralita

P- = méně vyhraněné, mírné praváctví

P = vyhraněné, výrazné praváctví

Samotný stupeň laterality čili lateralita jako kvantitativní znak nebo proměnná, se nejčastěji formuluje pomocí indexu laterality, či pomocí kvocientu pravorukosti.

Pro index laterality využíváme Cuffův vzorec:

$$L_i = \frac{P - L}{P + L} * 100$$

Počet úloh, které jsou vykonávány pravou rukou (nohou, okem...), jsou označovány písmenem P. Naopak písmeno L označuje počet úloh vykonávaných levou stranou. Výsledek se pohybuje mezi hodnotami -100 a +100, kde záporné hodnoty označují stupeň leváctví a kladné stupeň praváctví (Drnková & Syllabová 1991).

Kvocient pravorukosti (DQ = Dexterity Quotient) vyjadřuje počet pravostranných aktivit v procentech. Pro výpočet kvocientu využíváme vzorec:

$$DQ = \frac{P + A/2}{n} * 100$$

Je to tedy součet všech pouze pravostranných aktivit plus jedna polovina těch, jež jsou vyhodnoceny jako nevyhraněné, vyděleno počtem veškerých provedených testovacích úloh a vynásobeno stem (Drnková & Syllabová 1991).

Vrozená lateralita nemusí být hned navenek viditelná. Pod vlivem pravoruké civilizace může dítě pod tlakem začít užívat méně šikovnou ruku. Z tohoto důvodu se rozlišuje fenotyp, což je projev laterality navenek, a genotyp, který je vrozeným typem laterality. V předškolním věku nemusí být vždy dominance dostatečně zřejmá. V takovém případě je lateralita označována jako nevyhraněná. Takové děti mohou mít problémy s příchodem školní docházky, jelikož k psaní používají obě ruce a tužku si předávají z jedné ruky do druhé (Zelinková, 2003).

Často se v odborné literatuře diskutuje o odlišných typech laterality. Testuje se, zda je osoba soudržný pravák či levák, jinak řečeno, zda u něj převládá jedna strana nad tou druhou u všech jeho párových orgánů. Pokud tomu tak je, jedná se o typ, jehož

lateralita je souhlasná. V případě, kdy se lateralita u párových orgánů liší, jedná se o lateralitu nesouhlasnou (Drnková & Syllabová 1991).

2.3.2 Lateralita dolní končetiny

Zejména při sportovních činnostech pracují dolní končetiny nejméně souměrně. Nesouměrnost se projevuje ve chvíli, kdy je jedna z končetin zdatnější v silových schopnostech, jako je například odrážení se, zatímco druhá končetina je zdatnější ve výkonech, jež vyžadují šikovnost a přesnost při švihů. Existuje tedy noha švihová a odrazová. Lateralita dolní končetiny může být určena obratností - švihem, nikoli odrazem, ovšem není to pravidlem. Za nejspolehlivější zkoušky laterality jsou pokládány kopnutí do míče, sunutí kostky po čáře na podlaze nebo udupávání plápolajícího ohníčku (Drnková & Syllabová, 1991).

Během měření laterality dolních končetin populace bylo zjištěno, že téměř 90 % pravorukých má také obratnější pravou dolní končetinu a pouze 70–75 % levorukých jedinců mělo shodnou lateralitu dolních a horních končetin (Drnková & Syllabová, 1991).

2.4 Tělesné složení

Hodnocení tělesného složení se řadí do základních diagnostik užívaných pro posuzování zdravotního stavu, či úrovně trénovanosti. Kvantitu aktivní tělesné hmoty lze využít k porovnání trénovanosti, či posouzení účinku tréninku nebo diety (Balaš, 2016).

Tělesné složení nás informuje o tom, v jakém množství jsou jednotlivé tělesné složky v těle zastoupeny. Poměr jednotlivých tělesných složek (frakcí) má souvislost se zdravotně zaměřenou tělesnou zdatností. Ovlivňuje ho stav výživy, realizovaná pohybová aktivita, zdravotní stav, fáze ontogenetického vývoje apod. Z toho vyplývá praktický význam tělesného složení. Odhaduje se na základě nejrůznějších modelů a z nich odvíjejících se metod (Pastucha et al., 2014).

Změny výživových stereotypů, zdravotního stavu nebo vliv fyzické zátěže na lidské tělo se projeví především změnami dílčích tělesných frakcí. Zejména úbytkem nebo přírůstkem svalové a tukové hmoty, tedy svalově-kosterní složky. Pravidelným sledováním tělesného složení lze zmonitorovat a posoudit efektivitu fyzického zatížení, vhodnost či nevhodnost zvolených tělesných cvičení určených k úpravě hmotnosti,

nebo k posouzení samotné účinnosti změn ve výživových stereotypch (Pastucha et al., 2014).

Tělesné složení může být ovlivněno nejen exogenními faktory, ale i geneticky. Podprůměrnou nebo naopak nadprůměrnou hmotnost lze specifikovat různými somatickými indexy. Tyto indexy ovšem nejsou schopny pojmut hmotnost jako souhrnnou charakteristiku, z toho důvodu jsou v souvislosti s obezitou, vyšší fyzickou aktivitou nebo metabolickými onemocněními (anorexie a bulimie), vyjádření za pomoci indexů jenom orientační. Je tedy důležité specifikovat a určit množství jednotlivých frakcí. S první myšlenkou frakcionace tělesné hmotnosti přišel český lékař a antropolog Matiegka. Ten rozdělil tělesnou hmotnost na čtyři složky: O – ossa (hmotnost skeletu), D – derma (hmotnost samotné kůže a podkoží), M – muscoli (hmotnost kosterního svalstva) a R – rezidua (hmotnost zbytku) (Hajdučková, 2011).

Původní pohled na jednotlivé frakce tělesného složení byl určen anatomickým nebo chemickým modelem. Chemický model je preferován v souvislosti s tělesnými energetickými zásobami. Podle tohoto modelu je tělo tvořeno bílkovinami, tukem, sacharidy, vodou a minerály. Při studiu otázek ohledně tělesného složení se využívá anatomický model. Podle tohoto modelu je tělo tvořeno kostmi, tukovou tkání, svalovou tkání, vnitřními orgány a dalšími tkáněmi (Hajdučková, 2011).

Pro měření složení těla se využívá bioimpedance. Jedná se o elektrickou vlastnost tkání lidského těla v případě, že je tělo vystaveno elektrickému poli různých frekvencí. Jejím projevem je zbrzděný tok elektrického proudu. Při měření bioimpedance lze využít měřením „exogenním proudem“, to znamená, že je do těla puštěn proud ze zdroje, jenž se nenachází přímo v tkáni, ale mimo ni. Měření bioimpedance představuje nalezení pasivních elektronických vlastností jednotlivých tkání. Využívá se nejméně dvou elektrod, jimiž protéká elektrický proud skrz tělo. Tato metoda je naprosto bezpečná a velice rychlá (Šebestová, 2013).

2.4.1 Kostra těla

Kostra je tvořena více než dvěma sty kostí, jež jsou uzpůsobeny tvarem a velikostí podle jejich funkce. Kostí nosné funkce jsou uzpůsobeny i svou skladbou. Na povrchu kosti je vrstva kompaktní, uvnitř se nachází hustá mřížka trámečků a pilířů, jež celou kost zpevňují ve směru nejtěžšího namáhání. Kostní dřev se nachází mezi trámečky. Kostí jsou velice odolné v tlaku i tahu, dlouhé kosti jsou méně odolné v torzi.

Spojení kostí může být buď pevné, to zajišťuje srůst, vazivo či chrupavka, nebo pohyblivé, na němž se podílí klouby. U kloubu jde o spojení dotykem, klouby jsou své funkci přizpůsobeny tvarem kloubních plošek, které jsou pokryty chrupavkou. Kloubní pouzdro zajišťuje samotné spojení kostí, vazy ho pouze zpevňují. Kloubní mok se nachází přímo uvnitř kloubu, ten zajišťuje snadnější pohyb a neopotřebování kostí (Šmolík et al., 1985).

Kosti nezastávají pouze ochranu a oporu, jsou metabolicky aktivní po celý život. Mají podíl na neustálém udržování rovnoměrného množství vápníku v krvi a zároveň zastávají funkci rezervoáru vápníku (přibližně 97 % v kostech). Růst kostí je podporován fyzickou zátěží. Pokud ovšem dochází k dlouhodobému neúměrnému zatěžování během tréninku, může to mít za následek snížení kostní hustoty (tzv. denzity) a k rozvoji osteoporózy, a s ní spojených závažných komplikací (Bartůňková et al., 2013).

Na zátěž, zejména na svalovou práci, reagují kosti, klouby a další složky bezprostřední odpovědí. Závisí především na druhu, délce trvání a intenzitě zátěže. Do adaptace se řadí schopnost funkčního a morfologického přizpůsobení jako reakce na několikanásobně opakované a dlouhodobé vlivy. Při neustálém opakování zátěže dochází k pozvolnému slábnutí odpovědi na ni. Pokud má být odpověď velká, je nutné intenzitu podnětů postupně zvyšovat. I samotná adaptace závisí na druhu, délce trvání, frekvenci a intenzitě zátěže. Desadaptace nastává ve chvíli vynechání či oslabení pravidelných podnětů. V takovém případě může dojít k poklesu či úplného vymizení projevů adaptace. Naopak maladaptace vzniká po neadekvátně dlouhotrvající a nadměrné zátěži, maladaptace může být činitelem strukturálních změn a funkčních poruch (Bartůňková et al., 2013).

2.4.2 Svalstvo

Se zdravým pohybem a zatěžováním pohybové soustavy se nese i její jednostranné zatěžování. Mnohdy se ani nejedná o pohyb, jako spíše o statické přetížení, jež později vede k hypertrofii namáhaných svalových skupin. Naopak nepoužívané svalové skupiny mají tendence k ochabování. Tím dochází k nerovnováze v nosném systému (zejména páteře a nosných kloubů) (Šmolík et al., 1985).

Dále vzniká svalová dysbalance, jež se projevuje nesprávným zapojením samotných svalových skupin jak při pohybové, tak i pracovní činnosti (například přílišné zapojení bederních svalů u běhu) (Bursová, 2005).

Svalová soustava vykonává mechanickou práci, slouží k pohybu celého těla nebo jenom jeho částí. Jedná se o dynamickou funkci. Svaly ale mají svou funkci i při klidovém napětí, kdy udržují jednotlivé kloubní plochy v kontaktu a zároveň zabezpečují polohu těla. V tomto případě hovoříme o funkci statické. Během svalové práce se také vytváří tělesné teplo. Pro pohyb je nejdůležitější kosterní svalstvo, tedy příčně pruhované. Kosterní sval je složen z masité části typického vzhledu a také z vaziva (Šmolík et al., 1985).

Kosterní svalstvo tvoří nejobjemnější část celého lidského těla. Může dosahovat až ke 40 % hmotnosti těla. Společně s kostrou, klouby a vazy tvoří celistvou funkční jednotku. Pohyb je hlavním činitelem při vývoji či samotném udržování svalových vláken schopných činnosti. Pojem mobilita je definován jako schopnost svobodného pohybu bez jakéhokoliv omezení. Jejím opakem je imobilita, jindy používaný termín bývá disabilita. Při nepřetržité zátěži svalové tkáně během tréninkového procesu dochází k jejich hypertrofii, která se projevuje zvýšenou fyzickou zdatností a výkonností sportovce (Bartůňková et al., 2013).

Soustava kosterních svalů je tvořena zhruba 600 příčně pruhovanými svaly, které jsou většinou párové a jsou připojeny ke kostem. Největší část svalů zastupují dolní končetiny, což je asi kolem 55 % celkového svalstva. Zbytek zastupují horní končetiny, trup a hlava. V pohybové soustavě jsou všechny svaly předpjaty a jsou v klidovém napětí. Na jejich základě vzniká aktivační napětí. Hodnoty klidového napětí ve svalech nejsou konstantní a podléhají řadě vlivů (Karas, Otáhal, & Sušanka, 1990).

Nejdůležitějšími fyzikálními vlastnostmi svalů jsou jejich pružnost a pevnost. Obě tyto vlastnosti chrání sval před přetržením. Může ale dojít k narušení těchto vlastností a v takovém případě hrozí porušení či úplně přerušování svalů, zejména při nemoci, prochlazení nebo únavě. Z toho důvodu je důležité zahřátí a protažení svalů před samotným výkonem, zejména v chladném prostředí. Z fyziologických vlastností je nejdůležitější klidové napětí neboli svalový tonus, díky kterému je sval připravený ke kontrakci. Dále dráždivost, která umožňuje jednotlivým svalům smrštění se na impuls o určité intenzitě. V tomto případě je impulzem nervový vzruch. Důležitá

je svalová kontrakce, kterou lze rozdělit podle vnějšího efektu na izotonickou, izometrickou a koncentrickou. Izotonická kontrakce je představována stahem, během něhož se přibližuje svalový začátek a svalový úpon, díky čemuž dojde k pohybu. Výsledkem těchto kontrakcí je dynamická svalová práce. Během izometrické kontrakce nedochází k žádnému pohybu, této kontrakce se využívá například při cvičení ve výdržích. Jsou tedy velmi významné pro navýšení svalové síly. Při vykonávání statické práce je ztížen průtok krve pracujícím svalem. Po takovém cvičení by tedy měl následovat dynamický pohyb a uvolnění, při kterém dojde k lepšímu prokrvení svalu. Při excentrické kontrakci sval brzdí pohyb a zároveň se prodlužuje. Příkladem může být pomalý pohyb sed – leh (Šmolík et al., 1985).

Jednotlivým svalům našeho těla náleží příslušící typ svalových vláken. Pro držení vzpřímeného těla jsou svaly posturální neboli tonické a mají značný sklon ke zkracování. Na druhé straně jsou fyzické svaly, jež jsou antagonistické k posturálním svalům, tvoří k nim tedy protilehlé svalové skupiny. Tyto svaly mají sklony k oslabování. Aby mohly být naše svaly výkonnou jednotkou pohybu, tedy aby mohly plnit svou hlavní funkci, je nezbytné, aby byly dostatečně silné a dlouhé. Také svalový tonus je důležitý pro projev připravenosti jednotlivých svalů na zátěž, představuje neustálé napětí svalů. Svaly nepracují jednotlivě ani izolovaně, ale v propletených funkčních řetězcích. V jednotlivých svalech dochází k výměně látek a informací za přítomnosti centrální nervové soustavy, která řídí jak sílu, tak i pořadí stahů dílčích svalů v celém svalovém řetězci. (Muchová & Tománková, 2009).

Základní aktivní složkou svalové soustavy je především svalová tkáň příčně pruhovaná, jež je schopna kontrakce. Délka a tloušťka vláken této svaloviny se mění v individuálních svalech jednotlivě. Další složkou je vazivo, jehož hlavní funkcí je spojení a obal svalového vlákna. Obaluje nejen sval, ale i celé svalové skupiny a také vytváří šlachy (úpon svalu ke kosti). Pevnost šlachy je viditelná, na 1 mm² průřezu dokáže unést až 6–12 kg hmotnosti (Bartůňková et al., 2013).

Kontraktilita neboli stažlivost je základní vlastností živé hmoty. Tato vlastnost je eskalována u svalové tkáně, jež svojí kontraktilitou generuje sílu (Dylevský, 2009).

Typy svalových vláken

Všechny typy svalových vláken mají řadu společných rysů, podle kterých se zobecňuje jejich popis. Svaly jsou ovšem děleny podle anatomických a fyziologických aspektů na:

- Pomalá červená vlákna (typ I, SO – slow oxidative) jsou relativně tenká vlákna, vyznačují se menším počtem myofibril, ale naopak větším počtem mitochondrií a množstvím myoglobinu, díky kterému mají červenou barvu. Typické je pro ně vysoké množství krevních kapilár. Vybavena jsou k pomalejší kontrakci, proto jsou vhodná pro vytrvalejší dlouhodobější činnost. Vhodnější a ekonomičtější jsou spíše pro svaly, které zajišťují statické funkce a pomalý pohyb. Jsou hůře unavitelné. Užívá se také název „tonická vlákna“ (angl. slow fibres).
- Rychlá červená vlákna (typ II A, FOG – fast oxidative and glycolytic) jsou vlákna objemnější, mají více myofibril, ale naopak méně mitochondrií. Provádějí rychlé kontrakce velkou silou po krátkou dobu. Množství kapilár je střední a vlákna jsou méně ekonomická. Vhodnější jsou pro svaly vykonávající rychlý pohyb, jež je prováděn velkou silou. Proti únavě jsou velice odolná. Užívá se také názvu twitch fibres neboli „vlákna fázická“.
- Rychlá bílá vlákna (typ II B, FG – fast glycolytic) jsou velmi objemná, vyznačují se nízkým počtem kapilár, malým množstvím myoglobinu a také oxidativních enzymů. Mají ovšem značně vyvinuté sarkoplazmatické retikulum díky němuž, a také díky vysoké aktivitě iontů Ca^{2+} a Mg^{2+} , dochází k rychlé kontrakci prováděné maximální silou. Proti únavě jsou ovšem málo odolná.
- Přechná vlákna (typ III, nediferencovaná) jsou vlákna intermediární a jsou zřejmě potenciálním zdrojem výše zmíněných typů vláken.

Počet zastoupení jednotlivých typů vláken ve svalu výrazně ovlivňuje svalovou výkonnost, dále rychlost prováděného pohybu a ekonomii svalové práce. Výkonnostní parametry jsou především předurčeny genetickým zastoupením svalových vláken (Bartůňková et al., 2013).

Síla svalů

Z biologického pohledu znamená síla schopnost svalů překonávat určitý odpor. Jedná se o kontrakci statickou, při které se sval zkracuje, a o kontrakci excentrickou, během níž se sval natahuje. Případně se jedná o zadržování tíhy, v takovém případě jde

o kontrakci izometrickou, při které se mění pouze napětí svalu, nikoli jeho délka. Motorická síla má čtyři základní formy: maximální, rychlostní, výbušná a vytrvalostní síla. Stavba svalů je ovlivněna těmito druhy síly (Grosser, Ehlenz, Griebel, & Zimmermann, 1996).

Maximální síla je definována jako největší možná síla, jakou je člověk schopen reálně vyvinout. Tato síla je závislá na dvou aspektech. Jedním z nich je individuální optimální průřez svalových vláken, který lze ovlivnit svalovým tréninkem. Tím druhým je největší projevená vnitrosvalová koordinace, jinými slovy řečeno synchronní aktivace jednotlivých motorických jednotek svalů. Velikost maximální síly je základem všech rychlostně-silových, silově-vytrvalostních sportů a kulturistiky. Jako vhodná metoda ke zvýšení maximální síly je trénink, při kterém se kombinují obě biologické možnosti nárůstu maximální síly. Tedy zvětšení průřezu jednotlivých svalových vláken v důsledku tréninku za použití střední hmotnosti břemena, zároveň i středního počtu opakování. A dále zlepšení vnitrosvalové koordinace za pomoci tréninku, ve kterém je využito velké hmotnosti břemena s malým počtem opakování (Grosser, Ehlenz, Griebel, & Zimmermann, 1996).

Jako rychlostní síla je označována schopnost rychlého a náhlého střídání kontrakce a relaxace samotného svalu. Tato síla je ovlivněna i maximální silou, rychlostí kontrakce svalů, a také souhrou svalů, která je dána vnitrosvalovou koordinací nebo správnou technikou. Předpokladem pro trénink rychlostní síly je relativně malá hmotnost břemena, provádění pohybů podobných pohybům konaným při konkrétní sportovní disciplíně, a provedení samotných pohybů musí být co nejrychlejší. Pokud dojde k docílení maximální rychlosti při kontrakci svalů, nelze dále rychlostní sílu zvýšit dalším izolovaným tréninkem. Důvod spočívá nejen v tom, že během rychlých pohybů dochází ke krátkodobé aktivaci svalů, jež nedokáže zapříčinit hypertrofii svalových vláken, ale i v tom, že zátěž, která působí během rychlých pohybů, je příliš malá na zlepšení vnitrosvalové koordinace (Grosser, Ehlenz, Griebel, & Zimmermann, 1996).

Výbušná síla je definována jako schopnost vyvinutí maximálního zrychlení během protahovacího a stahovacího cyklu. Při tréninku výbušné síly a použití výbušné zátěžové metody musí být dbáno na postupné zvětšování zátěže. Vzhledem k uspořádání svalů na dolních končetinách je nutné nejdříve provádět obyčejné poskoky buď na jedné, nebo obou nohách zároveň. Později je třeba zapojit do tréninku

výskoky, ať už se jedná o přeskakování nízkých překážek nebo o horizontální skoky. Až nakonec je třeba zapojit vysoké výskoky prováděné z hlubokého dřepu. Povolné zvyšování zátěže je nutné dodržet i kvůli ostatním svalovým skupinám (Grosser, Ehlenz, Griehl, & Zimmermann, 1996).

Poslední forma je vytrvalostní síla, kterou lze definovat jako schopnost překonávání odporu proti únavě během dlouhotrvajícího nebo se opakujícího, vysokého, vnějšího a vnitřního zatížení. Opět zde závisí na maximální síle a celkové vytrvalosti, která je určena aerobní a anaerobní energetickou bilancí. Při různě působících zatíženích nebo pohybech vzniká síla svalů působením dvou naprosto odlišných fyzikálně-fyziologických procesů. Základem těchto procesů jsou buď izotonické nebo izometrické kontrakce. Během pohybů u většiny sportů dochází ke kombinované kontrakci svalů (Grosser, Ehlenz, Griehl, & Zimmermann, 1996).

2.4.3 Tuky

Tuk patří mezi nejvariabilnější komponenty hmotnosti lidského těla. Řadí se mezi nejsledovanější parametry lidského organismu. Poukazuje na zdravotní rizika týkající se zdravotního stavu jedince, do jisté míry může určit fyzickou zdatnost či výkonnost. Snadno se jeho množství ovlivňuje fyzickou aktivitou a správnými výživovými aspekty. Jde tedy o zdravý a pohybově aktivní životní styl (Hajdučková, 2011).

Příliš velké množství tělesného tuku má nepříznivý vliv na celý organismus, zejména na kardiovaskulární systém, v krajních mezích vede až k cukrovce. Zároveň tuk plní velmi důležitou funkci v celém lidském organismu. Tyto funkce sahají od samotné ochrany kloubů, přes zabezpečení ukládání vitamínů, až po regulaci teploty celého těla. Cílem každého člověka by tedy nemělo být co možná největší snížení tělesného tuku, ale spíše dosažení a udržení zdravého poměru mezi množstvím svalové hmoty a množstvím tělesného tuku (Zvonař et al., 2011).

Tuky jsou důležitou zásobárnou energie při fyzické zátěži. Jejich tělesné zásoby jsou téměř neomezeny (na 10 až 20 hodin fyzické zátěže postačí 1 kg tukové hmoty). V těle se vyskytují velké zásoby tuku, proto není nutné zvyšovat jejich příjem. Dle Americké dietetické asociace by měl být optimální denní příjem u sportovců zhruba 24–30 % z celého denního energetického příjmu (Havlíčková et al., 2006).

Pro některé orgány slouží tuk jako mechanická ochrana. V hmotnostním zastoupení tvoří průměrně 15–20 % tělesné hmotnosti, tyto hodnoty však mohou být výrazně vyšší, ale i nižší. Na základě stavby a funkce se tukové vazivo dělí na hnědé a bílé (Dylevský, 2009).

Bazální hranice tělesného tuku je potřebná k tvoření buněčných membrán, slouží jako tepelná izolace, zajišťuje transport a ukládání vitaminů A, D, E, K; přispívá ke správné funkci nervového systému, reprodukční soustavy, menstruačního cyklu a je důležitý pro růst v období puberty (Balaš, 2016).

Ke zvýšení množství tělesného tuku obvykle dochází na úkor svaloviny, což má negativní vliv na fyzickou výkonnost jedince a dochází ke snížení jeho fyzické zdatnosti. Příliš velké množství podkožního tuku je všeobecně spojováno s obezitou, která podněcuje ke vzniku jak fyzicky, tak i sociálně hendikepovaného jedince. Zastoupení podkožního tuku v těle se mění v průběhu celého vývoje člověka. Kolísání je způsobeno rozvojem dílčích kožních řas, jejichž rozvoj se od nástupu staršího školního věku pohlavně liší (Hajdučková, 2011).

2.5 Svalová dysbalance dolních končetin

Jelikož kosterní svaly tvoří aktivní složku pohybového aparátu, jsou tedy svaly pohybem velice ovlivnitelné. Nedostatek pohybu nebo i jeho přebytek má negativní dopad na kosterní svalstvo. V obou případech může dojít až ke strukturálním změnám pohybového systému. Takové změny jsou v mnohých případech nevratné a měly by se léčit odborným lékařem. Při nerovnoměrném zatěžování kloubů a svalové soustavy dochází ke svalové dysbalanci, která je mnohdy i bolestivá. Bolestí tělo signalizuje, že je s tělem něco špatně, svalová dysbalance je řešitelná řízeným pohybem, není zde potřeba žádných léků k navrácení rovnováhy a zmizení bolesti (Muchová & Tománková, 2009).

Je tedy pochopitelné, že při nesprávném provádění pohybů dochází k přetěžování hybného systému, jež může vést k funkčním a strukturálním poruchám. V případě svalové nerovnováhy převažují svaly, jež mají převažující tonickou činnost na úkor svalů s převažující fázickou činností, jejichž zapojování je v pohybových programech reflexně tlumeno. Svalová dysbalance může vést i k dalším negativním důsledkům, jakými jsou zvýšené riziko úrazu při sportu a neekonomický a neúčinný

tréninkový proces provázený neadekvátním sportovním výkonem. Běžným projevem svalové dysbalance bývají chybné stereotypy, jež jsou definovány jako dočasně neměnný systém reflexů podmíněných a nepodmíněných. Zapojení samotných svalových skupin při těchto jednoduchých pohybech je řízeno podkorově, čímž se stává zautomatizovaným a částečně i nepřečitelným. Možnost přebudování hybných stereotypů se snižuje s přibývajícím kalendářním věkem (Bursová, 2005).

Dolní končetiny se podílejí na lokomoci těla, jejich pohyb se přenáší skrz kyčelní kloub do zóny páteře a pánve. Přílišné zatížení spojené s narušenou svalovou rovnováhou, jež není řešeno vhodnou kompenzací, může vést až k poruchám základní funkce a může mít další vliv dokonce na držení těla (Novotná, 2013).

Tendence svalů k oslabování nebo zkracování se můžou, ale také nemusí projevit. Dopad svalové nerovnováhy se projevuje narušením koordinace pohybu a přestavbou pohybových programů. Hypoaktivní svaly dále slábnou, hyperaktivní se posilují a upevňuje se vadný nefyziologický program. Výsledkem svalových dysbalancí mohou být nerovnoměrná zatěžování kloubů vedoucí ke vzniku degenerativních změn či strukturálního poškození kloubu (Sedliská, 2007).

Dolní zkřížený syndrom

Svalové dysbalance obvykle nepostihují pouze jednu oblast či jedno kloubní spojení. Obvykle se sdružují, kombinují, či navzájem podmiňují. Dolní zkřížený syndrom vzniká svalovou nerovnováhou oslabených mm. glutei maximi a hyperaktivních flexorů kyčelního kloubu (m. rectus femoris, m. tensor fasciae latae, m. iliopectineus). Dále mezi zkrácenými mm. erectores trunci bederní páteře a oslabeným břišním svalstvem. A také mezi oslabenými mm. glutei minimi a medii, a mezi zkrácenými mm. quadrati lumborum a mm. tensores fasciae latae (Sedliská, 2007).

Výsledkem takové dysbalance je vklon pánve dopředu (anteverze), hyperlordóza bederní páteře či semiflexe v kyčelních kloubech. Dynamika a statika je porušena v oblasti pánve, v kolenních a kyčelních kloubech, a v lumbální části páteře. Při útlumu m. gluteus maximus a zároveň zkráceného m. iliopsoas dochází k omezení extenze kyčelních kloubů. To se v praxi projevuje snížením délky kroku při chůzi. Příliš nízký rozsah extenze v kyčli bývá nahrazen zvětšenou anteverzí pánve. Tím se moment otáčení přeneso do lumbosakrálního přechodu namísto kyčelních kloubů. Ten je potom při každém kroku soustavně přetěžován. Je pouze otázkou času,

kdy se objeví nejprve funkční a později morfologické poruchy této oblasti. Při oslabení m. gluteus minimus i medius dochází k nedostatečné stabilizaci pánve v oblasti švihové končetiny a přílišnému zatěžování lumbosakrální páteře v rovině frontální (Sedliská, 2007).

2.6 Funkční zátěžová diagnostika

Zátěžová diagnostika a zátěžové testování je objektivní způsob zjištění a vyhodnocení zdatnosti a výkonnosti jedince. Sledují se fyziologické reakční a adaptační změny jak celého organismu, tak i jednotlivých orgánů na různou intenzitu zatížení. Nejčastěji se setkáváme s vyšetřováním změn na dynamické zatížení, při němž pracují velké svalové skupiny. Tento typ zatížení navozuje reakce kardiovaskulárního, dýchacího a metabolického systému (Bartůňková et al., 2013).

Funkční zátěžové testování je zaměřeno na funkčním a morfologickém determinantu diagnostikované osoby. Od výkonových testů se liší monitorováním a následným vyhodnocováním reakce organismu na zátěž. Kromě určení úrovně vytrvalosti jsou testy také využívány v rámci vyhodnocení zdravotního stavu. Je tedy posuzována míra a odezva adaptace na fyzickou zátěž. Vrcholoví a výkonnostní sportovci jsou vyšetřováni především na specializovaných pracovištích (Hnízdil & Havel, 2012).

Testování vychází z následujících předpokladů:

- čím je úroveň základní vytrvalosti jedince vyšší, tím budou změny v odezvě organismu na zátěž menší, při návratu do klidového režimu bude docházet k rychlejšímu zotavení,
- čím je úroveň základní vytrvalosti jedince vyšší, tím vyšší budou i jeho maximální hodnoty fyziologických parametrů, jež jsou indikátory míry aerobního metabolismu,
- čím jsou hodnoty spotřeby kyslíku během submaximální zátěže nižší, tím vyšší bude ekonomika pohybu (Hnízdil & Havel, 2012).

Při zátěžových testech se obvykle fyzické zatížení zvyšuje od velmi nízké zátěže přes střední zátěž až po velmi vysokou. Během testování se nejčastěji kontroluje srdeční a dechová frekvence, využití kyslíku, minutová ventilace a tlak. Vyšetření při jednotlivých testech však není zobecněno, při využití bicyklového ergometru se zátěž

zvyšuje vzhledem k tělesné hmotnosti probanda. Výkonnost lze odhadnout dle vstupních dat nebo dle fyziologických parametrů během fáze rozcvičení prováděné bezprostředně před samotným testováním (Hnízdil & Havel, 2012).

Hlavní význam funkčního zátěžového testování spočívá v objektivní diagnostice a možnosti vymezení silnějších a slabších stránek jedince. To vede k odhalení a predikci budoucí sportovní výkonnosti, a také umožňuje individualizovat tréninkovou jednotku. V případě opakujícího se testování lze vyhodnotit předchozí přípravu a případně ji poupravit pro budoucí plánování příprav. Stává se tedy zpětnou vazbou nejen pro samotného sportovce, ale i pro jeho trenéra. Funkční zátěžové testování může v některých případech odhalit případné, skryté, zdravotní problémy, jež se snáze projeví při zátěži (Bartůňková et al., 2013).

Zátěžovou diagnostiku lze rozčlenit do kategorií podle:

- účelu – vyšetření populace, pracovníků náročných profesí, oslabených jedinců, vyšetření sportovců za účelem kontroly či predikce výkonnosti,
- energetické úhrady – dělí se na pouze aerobní zátěžové testy nebo pouze anaerobní zátěžové testy (využívají se i testy kombinované, jež jsou spojením dvou předchozích),
- typu zatížení – dělí se na statické, dynamické, polohové, a podobně,
- intenzity zatížení – zátěž lehká, střední, submaximální, maximální a supramaximální (jedná se o testy na úrovni vyšší, než je úroveň VO₂max),
- zatížení svalů – testování na bicyklovém, běhátkovém, klikovém ergometru (a na trenažérech všech možných typů),
- místa vyšetření – Testy terénní (problém se srovnáváním výsledků – nestejně podmínky) a testy laboratorní (testování za stejných podmínek) (Bartůňková et al., 2013).

Bicyklová ergometrie

Rozdělení:

- jednostupňový test – probíhá až několik desítek minut – jedná se pouze o kontrolní metodu,

- stupňovaný test – test se provádí buď s přestávkami, které trvají 1–2 minuty (například z důvodu odběru krve), nebo bez přestávek (typickým příkladem může být například Step test),
- test s nepřetržitým zvyšováním zátěže (Ramp test),
- test kombinovaný, jež je modifikací či kombinací již uvedených testů – Wingate test,
- speciální protokoly – Test W170.

V případě vyšetření vrcholových sportovců musí být ergometr konstruován tak, aby se maximální zátěž pohybovala mezi 600–700 W (Hnízdil & Havel, 2012).

Wingate test

Wingate test patří mezi testy glykolytického systému, které jsou bezpodmínečně propojeny s vytrvalostí testovaného jedince. U Wingate testu se během 30 vteřin, kdy testovaný jedinec naplno šlape na bicyklovém ergometru, sleduje počet otáček během přednastavené zátěže, jež je úměrná hmotnosti probanda. Jako výstup testu dostáváme průměrný výkon vypočítaný z jednosekundových intervalů. Během prvních 5 sekund je dosaženo maximálního výkonu (Hnízdil & Havel, 2012).

Jednorázové testy umožňují stanovit buď pouze maximální anaerobní výkon, či pouze anaerobní kapacitu. Wingate test patří mezi tzv. anaerobní „all out“ testy, jež jsou schopné stanovit oba z uvedených parametrů v rámci jednoho testu. Během „all out“ testování pracuje testovaný jedinec na maximální výkon s maximálním nasazením v každém okamžiku celého testu. Výkon testovaného probanda je nejintenzivnější na začátku testu, v jeho průběhu výkon klesá a nejnižší hodnoty se ukazují v úplném závěru testu. Wingate test je mezi všemi „all out“ testy nejrozšířenějším a také nejpoužívanějším (Bartůňková et al., 2013).

Test stanovuje maximální anaerobní výkon určený z hodnot 5 s výkonu. Dále anaerobní kapacitu, což je celková vykonaná práce během celého testu a index únavy. Hodnocena je zároveň funkční a metabolická reakce na zatížení během testování (koncentrace laktátu po zátěži a maximální hodnota srdeční frekvence). Dynamická stránka testu odhaluje převažující fyzické dispozice testovaného, vytrvalostní a rychlostně-silové. Poslední zmíněné se projevují vysokým výkonem na začátku testu, ale výrazným poklesem v závěru testu, děje se tak například z důvodu vyššího počtu

rychlých svalových vláken nebo vysoké množství enzymů anaerobního metabolismu. Naopak s převahou pomalých svalových vláken nebo enzymatických reakcí aerobního metabolismu bude křivka výkonu stálejší – bez výbušnějšího startu, ale zároveň i bez většího poklesu během testu (Bartůňková et al., 2013).

3 Cíl, úkoly, hypotézy a vědecké otázky

3.1 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je porovnání množství svalové hmoty a výkonu dolních končetin u běžců, basketbalistů a hokejistů na vrcholové úrovni, a to formou Wingate testu. Zjištěná data budou porovnávána mezi jednotlivými sporty.

3.2 Úkoly práce

Pro dosažení práce musí být vypracovány následující úkoly:

- provést rešerši literatury související s tématem,
- provést výběr sportovních disciplín a sportovců,
- zjistit osobní data od vybraných sportovců,
- provést měření složení těla na přístroji Tanita,
- provést Wingate testy na bicyklovém ergometru,
- vyhodnotit data u jednotlivých probandů,
- porovnat výsledky mezi jednotlivými skupinami sportovců,
- charakterizovat zjištěná data v diskuzi a vypracovat závěr.

3.3 Hypotézy a vědecké otázky

H1) Předpokládáme, že dolní končetina s větším množstvím svalové hmoty bude vykonávat významně větší práci než druhá.

VO1) Bude se lišit zapojení pravé a levé dolní končetiny mezi jednotlivými skupinami sportovců?

VO2) Bude se lišit množství tělesného tuku na dolních končetinách u jednotlivých skupin sportovců?

VO3) Bude se lišit množství kostní hmoty na dolních končetinách u jednotlivých skupin sportovců?

VO4) Bude se lišit množství svalové hmoty na dolních končetinách u jednotlivých skupin sportovců?

VO5) Budou se lišit výkony dolních končetin mezi jednotlivými skupinami sportovců?

4 Metody práce

4.1 Obsahová analýza

Pro zpracování odborné literatury v teoretické části bylo použito obsahové analýzy. Byla využita k posouzení vhodnosti obsahu, jež byl do této části práce zařazen.

Při přípravě teoretické i praktické části práce, stanovování cílů, hypotéz a úkolů práce, jsme vycházeli z odborné literatury související s tématem. Výchozí literaturou v oblasti fyziologie se staly publikace od Bartůňkové, Havlíčkové, Slavíkové, Švíglerové a dalších.

4.2 Metoda měření

Metoda měření byla využita v praktické části k naměření potřebných somatických rozměrů. Měření somatických rozměrů na nášlapné váze v laboratoři se zúčastnilo 42 sportovců z klubů BK Lions Jindřichův Hradec, HC Motor České Budějovice a T. J. Sokol České Budějovice. Měření probíhalo od ledna 2016 do listopadu 2018 v laboratoři funkční zátěžové diagnostiky Katedry tělesné výchovy a sportu na Jihočeské Univerzitě v Českých Budějovicích pod odborným vedením vedoucího práce, pana PhDr. Petra Bahenského, PhD. Před samotným měřením byli sportovci dotazováni na základní informace, jako je jméno a příjmení, a datum narození. Tato data byla následně zaznamenána do počítače. Nejen samotná hmotnost, ale i množství tělesného tuku, svalů, vody a kostní hmoty bylo naměřeno na nášlapné váze od firmy Tanita, jež funguje jako segmentální tělesný analyzátor využívající bioelektrické impedanční analýzy. U tohoto měření jsem nebyla přítomna.

Po zjištění somatických rozměrů následovalo samotné testování na bicyklovém ergometru.

4.3 Metoda testování

Testování bylo využito v praktické části práce a posloužilo k zaznamenání dat. Pro testování byl vybrán Wingate test na bicyklovém ergometru, který posloužil pro zjištění výkonu jednotlivých dolních končetin.

Veškeré testování probíhalo v laboratoři funkční zátěžové diagnostiky na KTVS JČU za stejných a neměnných podmínek pod dohledem vedoucího práce pana PhDr. Petra Bahenského, Ph.D. Testování v laboratoři se zúčastnilo 14 běžců na střední

a dlouhé tratě z klubu T. J. Sokol České Budějovice, 14 basketbalistů z klubu BK Lions Jindřichův Hradec a 14 hokejistů z klubu HC Motor České Budějovice. Testování probíhalo od ledna 2016 do listopadu 2018. Pro testování byl vybrán Wingate test na bicyklovém ergometru. Sportovci se nasadil hrudní pás připojený k počítači, byla nastavena výška sedla a poloha řídítek. Testovaný byl nejdříve vyzván k rozšlapání, na které měl 5 minut, během tohoto rozšlapání se snažil udržet výkon 60 otáček/min. Během této doby byl testovaný vyzván ke dvěma maximálním zrychlením. Po těchto pěti minutách nastal samotný průběh testu, kdy sportovec po dobu 30 sekund šlapal při maximálním úsilí. Po ukončení následovaly 3 minuty na vyjetí, kdy bylo třeba udržovat výkon na 60 otáček/min.

U tohoto testování jsem nebyla přítomna.

Všechna data byla zaznamenávána do tabulek a grafů programu Microsoft Excel a vzájemně mezi sebou porovnávána.

4.4 Metody zpracování dat

Pro metody zpracování dat bylo použito statistické zpracování dat, v naší práci byla použita korelace, statistická významnost a věcná významnost.

Korelace

Slovo korelace označuje v nejobecnějším smyslu míru asociace dvou proměnných. Dvě proměnné jsou korelované tehdy, pokud mají hodnoty jedné proměnné tendenci k výskytu společně s hodnotami druhé proměnné. Stupeň takové tendence sahá od neexistence korelace (v takovém případě je stejná pravděpodobnost výskytu hodnot jedné skupiny s hodnotami skupiny druhé) po absolutní korelaci (v tomto případě se s hodnotou první skupiny vyskytuje pouze jedna hodnota ze skupiny druhé). Pro měření korelace bylo vytvořeno spoustu koeficientů, které se liší podle typů proměnných (Hendl, 2009). Pro zpracování našich výsledků bylo použito Spearmanova korelačního koeficientu, jež se řadí do korelace pořadové

Spearmanův koeficient se řadí mezi pořadové korelace. Pro jeho výpočet se využívá pořadových čísel získaných hodnot. Jeho význam spočívá v zachycení monotónních vztahů, je tedy odolný vůči odlehlým hodnotám (Hendl, 2009).

Oboustrannou korelaci jsme využili k posouzení vztahu mezi svalovinou a výkony jednotlivých končetin při Wingate testu, k posouzení rozdílností tuku, svalové hmoty

a výkonu mezi jednotlivými dolními končetinami. Při našem počtu 14 testovaných ve skupině bylo potřeba dosáhnout koeficientu 0,538, aby byly výsledky statisticky významné.

Statistická významnost

Statistická významnost vyjadřuje pravděpodobnost, za které bychom mohli dosahovat pomocí opakovaného zjištění výsledků s použitím stejné metody stejných dat, či dat, která se budou ještě více přičít nulové hypotéze pod podmínkou, že je nulová hypotéza pravdivá (Zvárová, 2004).

Taková pravděpodobnost má název „hladina významnosti“, označujeme ji jako „ α “. V práci jsme statistickou významnost určovali na hladině $\alpha = 0,05$. Pro její stanovení byl vybrán T-test.

T-test patří mezi jednu z nejpoužívanějších statistických metod. Jde o test, za jehož pomoci porovnáme dva výběrové průměry. Mezi předpoklady tohoto testu patří normalita v rozložení obou porovnávaných skupin. Rozsahy obou skupin by měly být v ideálním případě co možná nejpodobnější (Anděl, 2003).

T-test jsme využili k porovnání výsledků naměřeného množství svalů, tuku a výkonů podaných jednotlivými dolními končetinami při Wingate testu. Pomocí t-testu jsme porovnávali hodnoty na hladině $\alpha = 0,05$.

Věcná významnost

Věcná významnost daného výsledku znamená, že pro vědecké poznání nebo praktické účely je naměřený rozdíl nebo zjištěná souvislost důležitá. Dále nám sděluje, jestli má vůbec smysl o výsledku hovořit, a jestli má praktické důsledky. Věcná významnost může pomoci při stanovení důležitosti a užitečnosti výsledku výzkumu. Ukazatele věcné významnosti jsou důležité jak pro samotné zjištění věcné významnosti, tak i pro určení její míry. Pro určení míry věcné významnosti jsme použili Cohenovo d , jež patří mezi nejužívanější míry věcné významnosti závislostí a rozdílů. Zakládá se na rozdílu průměrů dvou samostatných skupin. Výsledkem je potom bezrozměrná veličina, jež nezávisí na prvotních jednotkách měření. Umožňuje i srovnání výsledků s výzkumy, v nichž bylo použito k měření stejného jevu různých škál (Soukup, 2013).

Základní vzorec pro Cohenovo d má tvar:

$$d = (x_1 - x_2) / \sqrt{s^2},$$

kde x_1 , x_2 vyjadřují průměry v první a druhé skupině, a s^2 vyjadřuje rozptyl společný pro obě skupiny.

Cohenovo d se může pohybovat v intervalu $-\infty$ až $+\infty$, obvykle ovšem nabývá hodnot na úrovni jednotek. V případě, že hodnota vyjde kladná, potom má první sledovaná skupina větší hodnotu než druhá. Pokud ovšem vyjde Cohenovo d záporné, první skupina má hodnotu nižší. Cohen dále definoval rozpětí míry významnosti, jež definoval následujícím způsobem:

$d \geq 0,80$	velký efekt,
$d = 0,50-0,80$	střední efekt,
$d = 0,20-0,50$	malý efekt (Cohen, 1988).

Věcnou významnost s použitím Cohenova d jsme využili k posouzení vztahu mezi svalovinou a výkony jednotlivých končetin při Wingate testu, k posouzení rozdílností tuku, svalové hmoty a výkonu mezi jednotlivými dolními končetinami.

4.5 Komparativní metoda

Komparativní metoda byla taktéž použita v praktické části a sloužila k porovnání dat výkonů jednotlivých dolních končetin, množství svalové, tukové a kostní hmoty. Výsledné hodnoty byly průběžně vyhodnocovány a na závěr porovnávány mezi sebou. Výsledky se staly stěžejními pro konečnou komparaci zjištěného. Při komparaci bylo využito statistické a věcné významnosti, a Spearmanova korelačního koeficientu.

5 Design výzkumu

5.1 Charakteristika souboru

Do testování se zapojilo 14 hráčů z týmu BK Lions Jindřichův Hradec ve věku $23,36 \pm 5,29$ let. Testování basketbalistů probíhalo v lednu a červnu v roce 2016. Z klubu HC Motor České Budějovice se zúčastnilo 14 hokejistů ve věku $18,93 \pm 2,72$ let. Testování probíhalo v lednu a červnu v roce 2018. Sportovců z atletického klubu T.J. Sokol České Budějovice se testování zúčastnilo 14 ve věku $18,43 \pm 3,5$ let, testování probíhalo během celého roku 2018. Získali jsme data naměřená při Wingate testu a data vzniklá za použití váhy Tanita. Celkový zkoumaný soubor zahrnuje 42 sportovců při průměrném věku 20,24 let. Nejmladšímu sportovci je 15 let, nejstaršímu 36 let.

5.2 Použité přístroje

Tanita BC 418 MA

Tato nášlapná váha funguje jako segmentální tělesný analyzátor a využívá bioelektrické impedanční analýzy. Tento analyzátor se využívá jak ve sportovních střediscích samotnými osobními trenéry, tak i specialisty v oboru kardiologie apod. Nízko-úrovňové signály prochází celým tělem pomocí osmi snímacích katod, čtyři z nich jsou dlaňové senzory a zbylé čtyři chodidlové senzory. Signál lépe prochází tekutinou, hůře potom tělesným tukem, který obsahuje tekutiny velmi málo. Pomocí přístroje jsme zjistili procentuální zastoupení tuku a vody v těle, dále i množství těchto látek vyjádřené v kilogramech. Dále hmotnost svalů, tuku a kostní hmoty v jednotlivých dolních končetinách.

Ergometr LODE Excalibur Sport

Celosvětově je označován za „zlatý standard“ v rámci ergometrie díky své přesnosti a spolehlivosti. Ergometr byl vyvinut a vylepšen podle nejnovějších požadavků moderní sportovní medicíny. Jelikož se sportovci stávají stále výkonnějšími, je nutné zdokonalení i samotného testování. Proto byl tento ergometr vyvinut pro extrémní zátěž až na 2500 Wattů. Stabilita přístroje pro takto vysoký výkon je zajištěna díky svému novému designu. Jak řídítka, tak i sedlo, jsou volně nastavitelné

horizontálně i vertikálně. Nejdůležitější parametry jsou viditelné na displeji samotné řídicí jednotky (Compek, 2018).

5.3 Použité testy

Pro zjištění výkonu jednotlivých dolních končetin sportovců byl vybrán Wingate test na bicyklovém ergometru.

U Wingate testu se během 30 vteřin, kdy testovaný jedinec naplno šlape na bicyklovém ergometru, sleduje počet otáček během přednastavené zátěže, jež je úměrná hmotnosti probanda. Během prvních 5 sekund je dosaženo maximálního výkonu (Hnízdil & Havel, 2012).

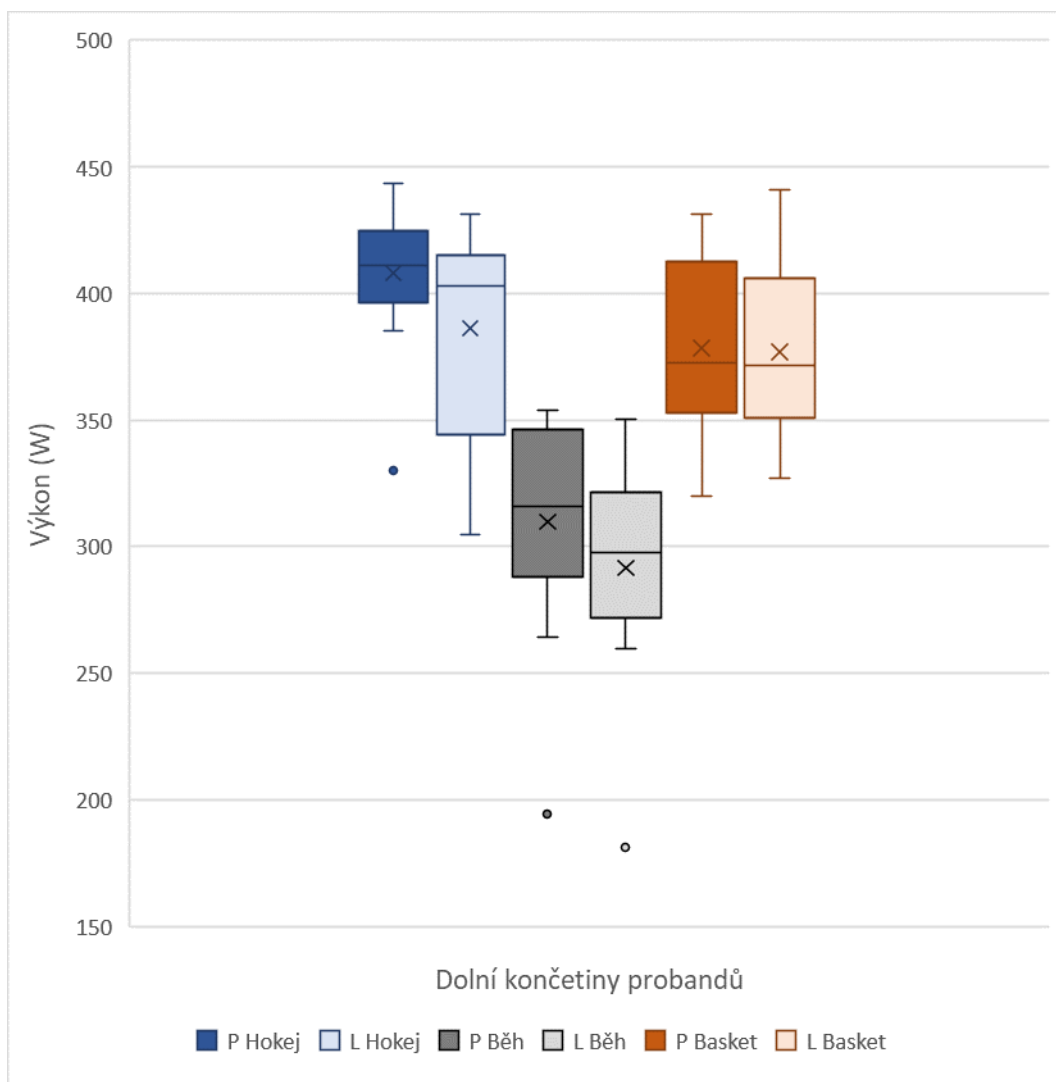
Wingate test patří mezi anaerobní „all out“ zátěžové testy a zjišťuje fyzickou připravenost na rychlostně-silové sporty. V rámci jednoho testu je zjištěn jak maximální anaerobní výkon, tak i anaerobní kapacita. Během „all out“ testování pracuje testovaný jedinec na maximální výkon s maximálním nasazením v každém okamžiku celého testu. Výkon testovaného probanda je nejintenzivnější na začátku testu, v jeho průběhu výkon klesá a nejnižší hodnoty se ukazují v úplném závěru testu. Wingate test je mezi všemi „all out“ testy nejrozšířenějším a také nejpoužívanějším (Bartůňková et al., 2013).

6 Výsledky

V této kapitole jsou zobrazeny výsledky získané měřeními a testováními, hodnoty somatických rozměrů i data z Wingate testu jsou zpracovány do tabulek a grafů pro přehledné porovnání. Pro zhodnocení somatických rozměrů byly vybrány tyto hodnoty: tělesný tuk, svalová hmota a kostní hmota na jednotlivých dolních končetinách vyjádřené v kilogramech. Pro Wingate test byl vybrán průměrný výkon jednotlivých končetin. Všechna měření byla vypracována do tabulek a grafů programem Microsoft Excel.

6.1 Vyhodnocení Wingate testu

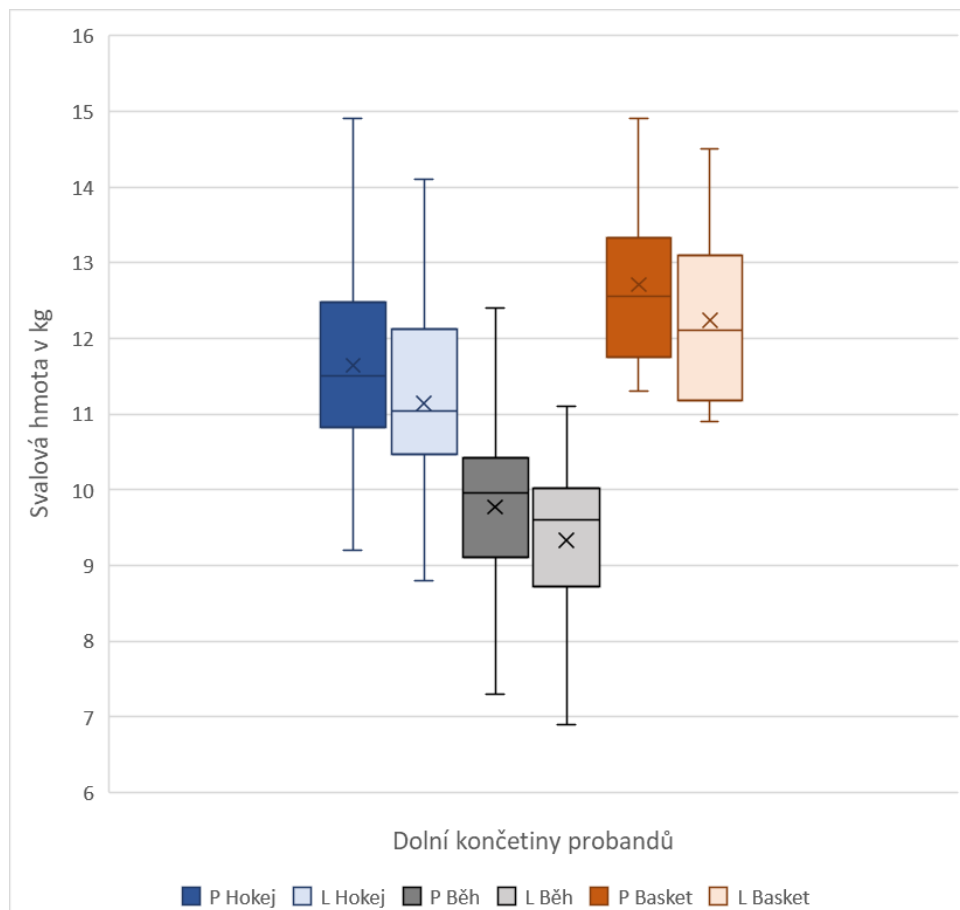
Všechny výsledky Wingate testu jsou zobrazeny v grafu č. 1 podle jednotlivých skupin sportovců. Nejvyšší hodnota činí 443,58 W a byla dosažena u pravé dolní končetiny hokejistů. Naopak nejnižší hodnota 181,11 W byla dosažena levou dolní končetinou u běžců. Nejvyšší průměrné hodnoty Wingate testu dosáhli hokejisté, průměrná hodnota pravé dolní končetiny činí 407,94 W a levé 386,28 W. Basketbalisté dosáhli průměrné hodnoty 378,51 W na pravé a 376,91 W na levé dolní končetině. Nejnižších průměrných hodnot dosáhli běžci, jejichž průměrná hodnota pravé dolní končetiny činí 309,72 W a levé 291,67 W. Z hlediska věcné významnosti se jedná o malý efekt mezi výkony jednotlivých dolních končetin u všech skupin sportovců. Rozdíl mezi pravou a levou dolní končetinou je u hokejistů věcně významný se středním efektem ($d = 0,64$), u běžců s malým efektem ($d = 0,44$) a u basketbalistů bez efektu ($d = 0,05$). Z hlediska Spearmanova korelačního koeficientu jsou rozdíly mezi jednotlivými končetinami významné jak u hokejistů (0,73), tak u běžců (0,87), a stejně tak u basketbalistů (0,90). Z pohledu statistické významnosti se jedná o statisticky významné výsledky u hokejistů a běžců. Výsledky basketbalistů nejsou statisticky významné.



Graf č. 1 – Výsledky Wingate testu

6.2 Vyhodnocení množství svalové hmoty na dolních končetinách

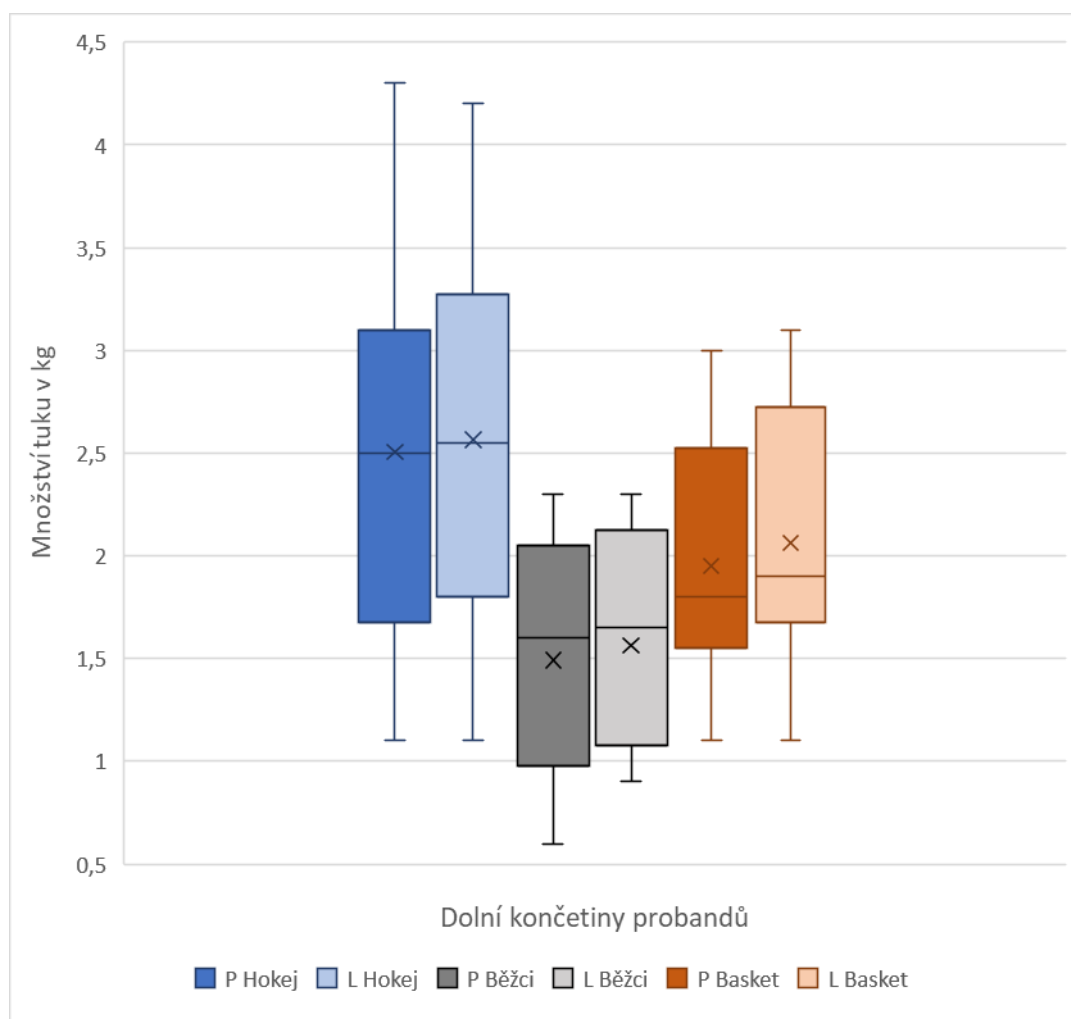
Data naměřená u všech skupin sportovců jsou zaznamenána v grafu č. 2. Největší množství svalové hmoty bylo zjištěno u pravé dolní končetiny basketbalisty a zároveň i hokejisty, tato hodnota činí 14,9 kg. Naopak nejnižší hodnota 6,9 kg byla změřena u levé dolní končetiny běžce. U hokejistů byla naměřena průměrná hodnota pravé končetiny 11,64 kg svalové hmoty, a levé dolní končetiny 11,14 kg svalové hmoty. Rozdíl mezi průměrnými hodnotami činí 0,5 kg svalů. U basketbalistů činí průměrné množství svalové hmoty 12,71 kg na pravé dolní končetině a 12,36 kg na levé. Rozdíl mezi nimi činí pouhých 0,35 kg. Nejnižší průměrné hodnoty byly zaznamenány u běžců, kde činí průměrné množství svalů 9,77 kg na pravé dolní končetině a 9,33 kg na levé. Rozdíl mezi těmito hodnotami činí 0,44 kg. U všech testovaných sportovců bylo naměřeno větší množství svalové hmoty na pravé dolní končetině. Z hlediska věcné významnosti se jedná o malý efekt u hokejistů ($d = 0,38$), malý efekt u běžců ($d = 0,41$) a u basketbalistů také ($d = 0,44$). Z pohledu Spearmanova korelačního koeficientu jsou výsledky hokejistů (0,99), běžců (0,98) i basketbalistů (0,99) významné. Z pohledu statistické významnosti se jedná o statisticky významné výsledky u všech skupin sportovců.



Graf č. 2 – Naměřené množství svalové hmoty

6.3 Vyhodnocení množství tuku na dolních končetinách

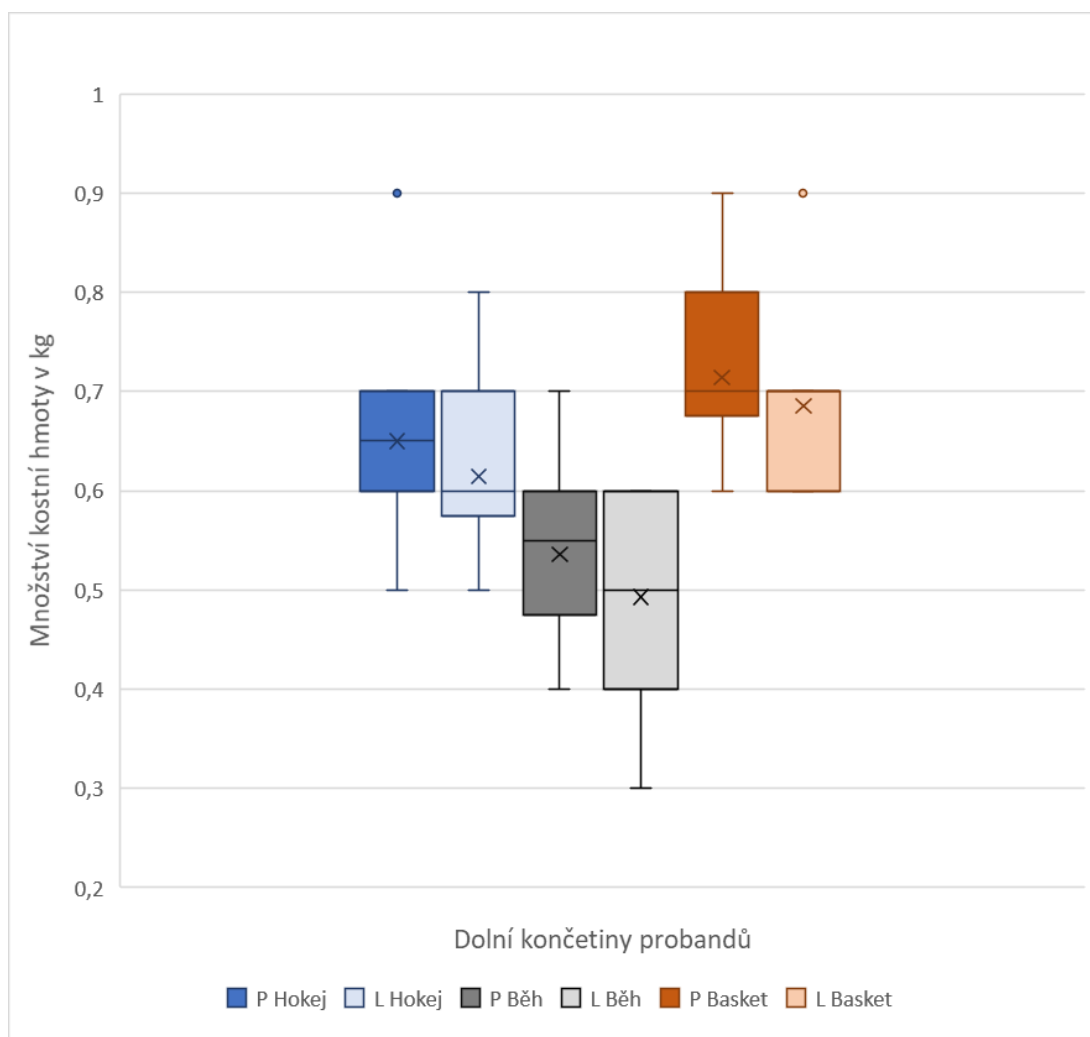
Naměřené hodnoty tuku na dolních končetinách všech skupin sportovců jsou uvedeny v grafu č. 3. Nejvyšší hodnota činí 4,3 kg tuku a byla dosažena u pravé dolní končetiny hokejistů. Naopak nejnižší hodnota byla zjištěna u běžců, tato hodnota činí 0,6 kg tuku a byla zjištěna na pravé dolní končetině. U hokejistů činí průměrná hodnota 2,50 kg na pravé a 2,56 kg na levé dolní končetině. Rozdíl mezi průměrnými hodnotami tedy činí pouhých 0,06 kg. U basketbalistů jsou hodnoty nižší, průměrné množství tuku na pravé dolní končetině činí 1,95 kg a na levé 2,06 kg množství tuku. Rozdíl mezi těmito hodnotami činí 0,11 kg. Nejnižší hodnoty byly zjištěny u běžců, pravá dolní končetina dosahuje v průměru hodnot 1,49 kg tuku a levá končetina 1,56 kg. Rozdíl mezi průměrnými hodnotami pravých a levých končetin činí 0,07 kg tuku. Nejvíce tuku bylo tedy naměřeno hokejistům, méně basketbalistům a nejnižší množství tuku bylo naměřeno běžcům. Z pohledu věcné významnosti jsou rozdíly mezi jednotlivými končetinami věcně nevýznamné u hokejistů ($d = -0,06$), u běžců ($d = -0,13$), a také u basketbalistů ($d = -0,19$). Ovšem z hlediska Spearmanova korelačního koeficientu jsou výsledky významné u všech sportovců, hokejistů (0,99), běžců (0,97) i basketbalistů (0,98). Z pohledu statistické významnosti jsou významné pouze výsledky basketbalistů.



Graf č. 3 – Naměřené množství tuku

6.4 Měření množství kostní hmoty na dolních končetinách

Všechny naměřené hodnoty kostní hmoty na dolních končetinách všech sportovců jsou zaznamenány v grafu č. 4. Nejvyšší hodnota 0,9 kg kostní hmoty byla naměřena na pravé dolní končetině hokejistů a také na obou dolních končetinách basketbalistů. Naopak nejnižší hodnota 0,3 kg na levé dolní končetině u běžců. Průměrné hodnoty u hokejistů činí 0,65 kg kostní hmoty u pravé a 0,61 kg u levé dolní končetiny. Rozdíl mezi průměrnými hodnotami činí pouhých 0,04 kg. Nejvyšší průměrné hodnoty kostní hmoty byly naměřeny u basketbalistů, hodnoty činí 0,71 kg na pravé a 0,68 kg na levé dolní končetině. Rozdíl mezi nimi je pouze 0,03 kg. U běžců byly zjištěny průměrné hodnoty nejnižší, a to 0,53 kg kostní hmoty na pravé a 0,49 kg na levé dolní končetině. Rozdíl mezi průměrnými hodnotami činí stejné množství jako u hokejistů, tedy 0,04 kg.

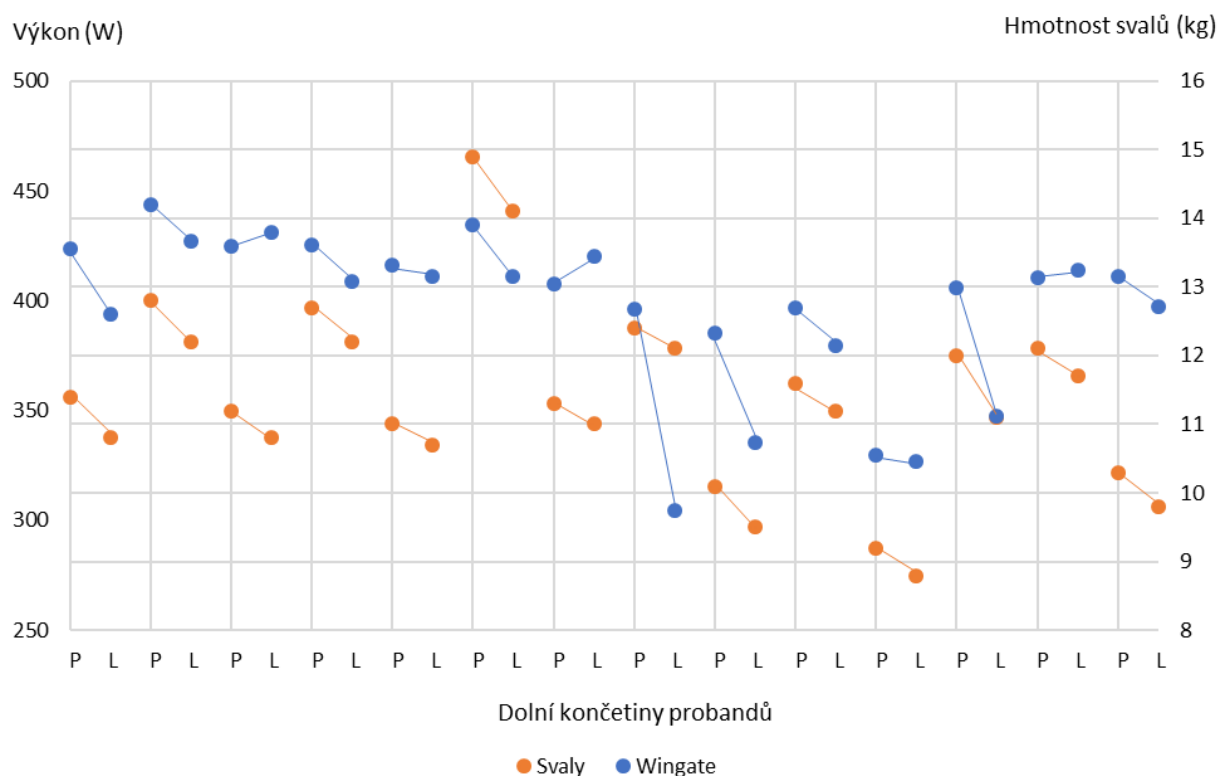


Graf č. 4 – Naměřené množství kostní hmoty

6.5 Porovnání výsledků Wingate testu se svalovou hmotou

6.5.1 Hokejisté

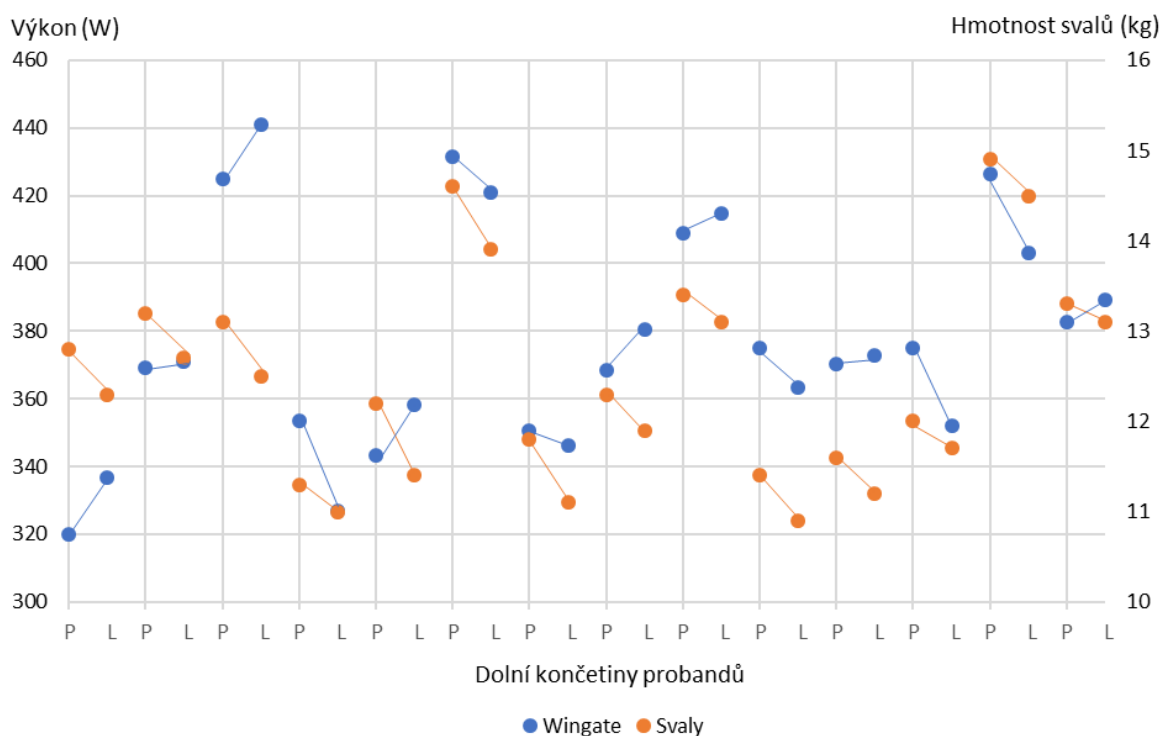
V grafu č. 5 je přehledně zobrazeno porovnání svalové hmoty na dolních končetinách a výkon na Wingate testu. Na ose x jsou vyobrazeny jednotlivé dolní končetiny samotných probandů, hlavní osa y vyznačuje průměrný výkon ve Wingate testu vyjádřený ve Wattech, vedlejší osa y vyobrazuje hmotnost svaloviny vyjádřenou v kilogramech. Pouze u deseti hokejistů se nám potvrdilo, že dolní končetina s větším množstvím svalové hmoty podala i větší výkon při Wingate testu. Korelační koeficient dosáhl dle kritických hodnot Spearmanova korelačního koeficientu statisticky nevýznamného výsledku (0,31).



Graf č. 5 – Porovnání množství svalů a průměrného výkonu při Wingate testu u hokejistů

6.5.2 Basketbalisté

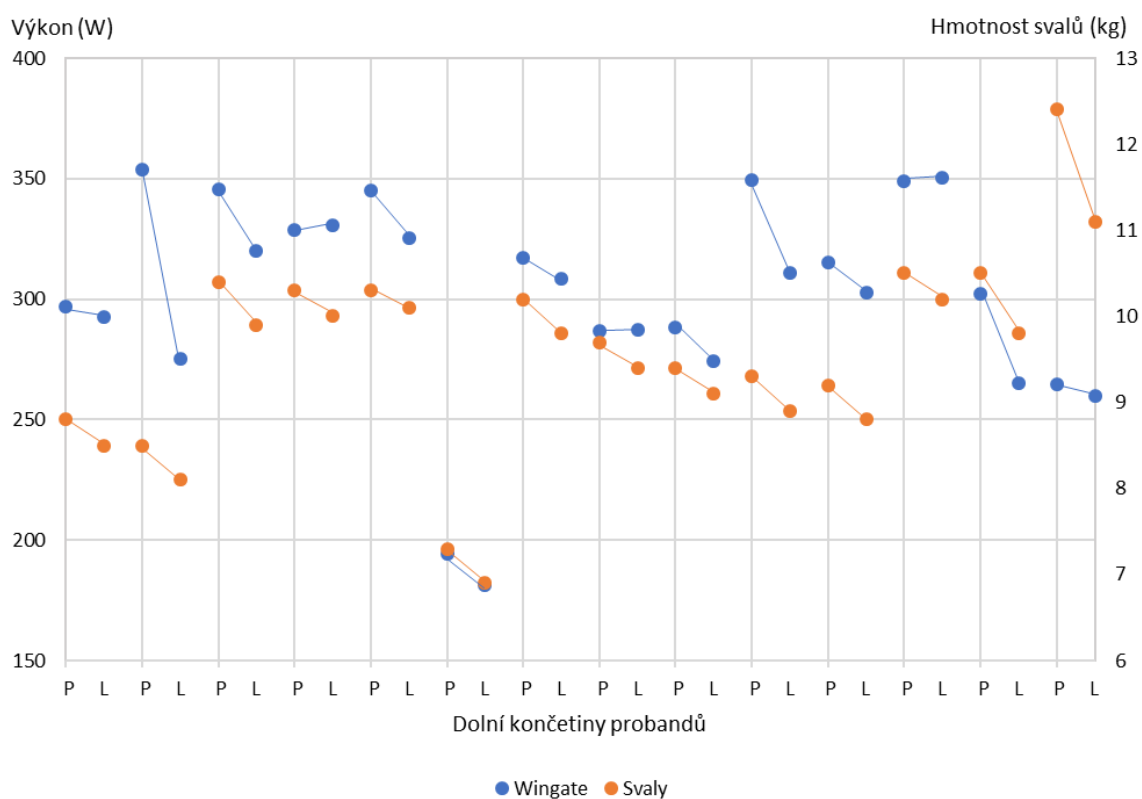
Všechny výsledky basketbalistů jsou zobrazeny v grafu č. 6. Osa x znázorňuje jednotlivé dolní končetiny probandů, hlavní osa y vyjadřuje průměrný výkon při Wingate testu, vedlejší osa hmotnost svalů vyjádřené v kilogramech. Pouze u šesti hráčů basketbalu se nám potvrdilo, že jejich svalnatější dolní končetina podává vyšší výkon při Wingate testu. Výsledek korelačního koeficientu $-0,30$ není dle kritických hodnot Spearmanova koeficientu statisticky významný.



Graf č. 6 - Porovnání množství svalů a průměrného výkonu při Wingate testu u basketbalistů

6.5.3 Běžci

Všechny hodnoty jsou přehledně vyobrazeny v grafu č. 7. Osa x představuje dolní končetiny probandů, hlavní osa y vyjadřuje průměrný výkon při Wingate testu vyjádřený ve Watech a vedlejší osa y zobrazuje hmotnost svalů v kilogramech. U jedenácti běžců se nám potvrdilo, že dolní končetina s větším množstvím svalové hmoty pracuje při Wingate testu více než končetina druhá. Korelační koeficient však dosáhl pouze hodnoty 0,18, podle kritických hodnot Spearmanova korelačního koeficientu není výsledek statisticky významný.



Graf č. 7 - Porovnání množství svalů a průměrného výkonu při Wingate testu u běžců

7 Diskuze

Porovnávali jsme množství svalů, tuku a kostní hmoty na jednotlivých dolních končetinách jednotlivých sportovců, které byly změřeny na nášlapné váze Tanita. Dále byly porovnávány samotné výsledky Wingate testu na bicyklovém ergometru. Nakonec byly porovnány průměrné výkony naměřených při Wingate testu se zastoupením svalové hmoty jednotlivých končetin.

U hypotézy, která říká, že končetina s větším množstvím svalů bude vykonávat i větší práci během Wingate testu, byla zjištěna pouze nevýznamná souvislost mezi výkonem a svalovou hmotou jednotlivých končetin. Zaznamenali jsme však souvislost těchto dvou veličin u jedenácti hráčů hokeje, jedenácti běžců a pouze u šesti basketbalistů, celkem tedy pouze u 28 ze 42 celkového počtu sportovců. Korelační koeficient dosahuje u hokejistů hodnoty 0,31, tedy výsledek statisticky nevýznamný, u běžců 0,17, rovněž statisticky nevýznamný a u basketbalistů -0,30. Podle Hendla (2009) je při počtu 14 probandů kritická hodnota 0,538, aby byl výsledek statisticky významný. Náš závěr by mohl být ovlivněn příliš malým počtem testovaných. Pro lepší viditelnost vztahu mezi svalovinou a výkonem by mohl být širší vzorek testovaných. Dalším vlivem na náš závěr může být případné zranění jedné nebo druhé končetiny, v takovém případě sportovec danou končetinu při výkonu buď přetěžuje nebo jí naopak ulevuje.

Z pohledu otázky zabývající se rozdíly v zapojení dolních končetin při Wingate testu mezi jednotlivými skupinami sportovců lze říci, že největší rozdíl v zapojení byl nalezen mezi basketbalisty v porovnání s běžci, a mezi basketbalisty v porovnání s hráči ledního hokeje. Rozdíly v zapojení jednotlivých končetiny při výkonu jsou u běžců a hokejistů velmi podobné. Procentuální rozdíl mezi jednotlivými končetinami měli nejmenší basketbalisté, jejichž rozdíl dosáhl hodnoty 0,42 %, většího rozdílu dosáhli hokejisté s hodnotou 5,36 % a největšího atletičtí běžci s hodnotou 5,83 %. Z hlediska Spearmanova korelačního koeficientu se jedná o významný výsledek vztahu mezi výkony jednotlivých končetin jak u hokejistů (0,73), tak u běžců (0,87), a také u hráčů basketbalu (0,9). Z hlediska statistické významnosti se jedná o významné výsledky u běžců a hokejistů.

Z pohledu druhé otázky zabývající množstvím tuku na dolních končetinách mezi jednotlivými skupinami sportovců lze říci, že nejméně tuku bylo naměřeno běžcům a nejvíce hokejistům. U běžců se také objevila největší variabilita mezi pravou a levou dolní končetinou. Naopak nejvyrovnanějším souborem byli hokejisté. Výsledky byly podle očekávání znatelně nižší než u zbylých dvou skupin sportovců. Z krabicového grafu je ale patrná mírná variabilita souboru. U běžců se nejnižší hodnota 0,6 kg naměřena na dolní končetině velice vzdaluje od nejnižší hodnoty basketbalistů a hokejistů, která shodně činí 1,1 kg tuku. Zatímco nejvyšší hodnota běžců dosahuje 2,3 kg tuku, u basketbalistů je to 3,1 kg a u hokejistů až 4,3 kg tuku. Množství tuku u hokejistů se pohybuje v rozmezí 1,1 kg až 4,3 kg, u basketbalistů v intervalu 1,1 kg až 3,1 kg a u běžců od 0,6 kg po 2,3 kg tuku. Nejvyrovnanějším souborem byli hokejisté, u kterých byl procentuální rozdíl pouze 2,3 % mezi podílem tuku na jednotlivých dolních končetinách. Méně vyrovnaným souborem byli basketbalisté s hodnotou 6,6 %. Největší variabilitu v procentuálních rozdílech lze zaznamenat u běžců s rozdílem 9,1 %. Takto vysoký rozdíl je daný jedním běžcem, jehož rozdíl mezi pravou a levou činí 0,5 kg. Pokud by byl výsledek tohoto běžce vynechán, procentuální rozdíl by se rapidně snížil. V průměru dosáhli nejnižšího výsledku běžci s hodnotami 1,49 kg na pravé a 1,6 kg na levé dolní končetině. Více bylo naměřeno u basketbalistů, jejichž průměrné množství činí 2 kg na pravé a 2 kg na levé dolní končetině. Nejvíce tuku bylo naměřeno u hokejistů s průměrnými hodnotami 2,5 na pravé a 2,6 na levé. Tato skutečnost je pravděpodobně spojena s tendencí k nárůstu svalové hmoty. Z hlediska Spearmanova korelačního koeficientu se jedná o významný vztah mezi jednotlivými končetinami jak u hokejistů (0,99), tak u běžců (0,97), a také u hráčů basketbalu (0,98). Z hlediska statistické významnosti se jedná o významné výsledky pouze u basketbalistů.

V případě třetí otázky, která se zabývala množstvím kostní hmoty mezi dolními končetinami jednotlivých skupin sportovců, lze říci, že největšího průměrného množství dosáhli basketbalisté, dále hokejisté a nejméně atletičtí běžci. U běžců bylo naměřeno maximální množství kostní hmoty 0,7 kg. Největší množství 0,9 kg bylo naměřeno u dvou basketbalistů a jednoho hráče ledního hokeje. Ovšem u hokejistů se jednalo pouze o jednoho hráče, který se výsledky odchyluje od ostatních hráčů z testované skupiny. Z grafu lze vyčíst variabilitu všech testovaných skupin. Výsledky

hokejistů se pohybují v intervalu od 0,5 kg do 0,9 kg, výsledky basketbalistů od 0,6 kg do 0,9 kg a běžci od 0,3 do 0,7 kg kostní hmoty. Největší průměrné množství kostní hmoty bylo naměřeno na pravé dolní končetině basketbalistů s hodnotou 0,71 kg a s hodnotou 0,69 kg na levé. Nižší hodnoty byly naměřeny u hokejistů, které činí 0,65 kg na pravé a 0,61 kg na levé dolní končetině. Nejnižší průměrné hodnoty byly naměřeny u běžců, jedná se o 0,54 kg na pravé a 0,49 kg na levé dolní končetině. Tato skutečnost je pravděpodobně dána tím, že basketbalisté bývají vyššího vzrůstu než ostatní skupiny sportovců.

O čtvrté otázce, která se zabývala množstvím svalové hmoty dolních končetin mezi jednotlivými skupinami sportovců, lze říci, že nejvyššího průměrného množství dosáhli basketbalisté, nižšího hokejisté a nejnižšího běžci. Nejvyšší množství bylo naměřeno shodně u basketbalisty a hráče ledního hokeje, tato hodnota činí 14,9 kg. Je však nutno brát v potaz variabilitu souboru a posuzovat průměrné hodnoty jednotlivých skupin. U běžců bylo naměřeno maximální množství svalů pouze 12,4 kg. Nejnižších průměrných hodnot bylo naměřeno u běžců, levá dolní končetina 9,33 kg, pravá 9,77 kg. U hokejistů činí průměrné množství na pravé dolní končetině 11,64 kg a 11,14 kg svalů na levé. U basketbalistů bylo naměřeno průměrné množství svalů ze všech skupin nejvyšší. Na pravé dolní končetině bylo naměřeno 12,71 kg a na levé 12,24 kg svalové hmoty. Fakt, že mají atletiční běžci nejnižší množství svalové hmoty, může být způsoben tím, že běh na střední a dlouhé je vytrvalostním, a tím i aerobním zatěžováním, u takových běhů obvykle není využíváno silové, ani rychlostně-silové složky. Dále může být způsoben tím, že při zvětšování svalů se snižuje prokrvení, a tím potom i oxidativní schopnost organismu. I proto by měli mít běžci nižší množství svalů než zbylé dvě skupiny sportovců. Z hlediska Spearmanova korelačního koeficientu se jedná o významné rozdíly mezi jednotlivými končetinami u hokejistů (0,99), běžců (0,98), i basketbalistů (0,99). Z hlediska věcné významnosti se jedná o malý efekt u hokejistů ($d = 0,38$), běžců ($d = 0,41$) i basketbalistů (0,44). Z pohledu statistické významnosti se jedná o významný vztah u všech sportovců.

V případě páté otázky, která se zabývala rozdílem výkonů při Wingate testu mezi jednotlivými skupinami sportovců, lze říci, že nejvyšších průměrných hodnot dosáhli hokejisté. Nižších výsledků dosáhli basketbalisté a nejnižších běžci. Absolutně nejvyšší hodnoty 443,58 W dosáhli hokejisté, u basketbalistů dosáhla nejvyšší hodnota

441,01 W a atletiční běžci dosáhli nejvyšší hodnoty 353,81 W. Z pohledu průměrných hodnot bylo u hokejistů dosaženo hodnoty 407,94 W na pravé končetině a 386,28 W na levé. Běžci dosáhli průměrné hodnoty 309,72 W na pravé a 291,67 W na levé dolní končetině. U basketbalistů došlo k dosažení průměrných hodnot 378,51 W na pravé a 376,91 W na levé dolní končetině. Maximální výkon do jedné minuty je pro lední hokej typický a výkon hokejistů během zápasu vychází z rychlosti a výbušnosti (Heller, 2018). U basketbalu je přidána složka vytrvalosti a u běžců na střední a dlouhé tratě se vyskytují v největším množství pomalá vlákna. Z toho důvodu dosáhli nejvyšších hodnot právě hokejisté.

8 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo zjištění souvislosti mezi množstvím svaloviny (bioimpedancí) a výkonu dolních končetin běžců, basketbalistů a hokejistů na vrcholové úrovni, a to pomocí Wingate testu.

U první a jediné hypotézy, která zní: „Předpokládáme, že dolní končetina s větším množstvím svalové hmoty bude vykonávat významně větší práci než druhá.“, byla nalezena nevýznamná souvislost mezi svalovou hmotou a výkony podanými při Wingate testu. Byla ovšem zaznamenána souvislost mezi těmito komponentami u dvaceti osmi sportovců ze čtyřiceti dvou. Možným ovlivněním našich závěrů by mohl být malý vzorek testovaných nebo možné zranění jedné nebo druhé končetiny. V takovém případě sportovec zraněné končetině buď ulevuje, nebo ji naopak přetěžuje.

V souvislosti s první vědeckou otázkou, která zní: „Bude se lišit zapojení pravé a levé dolní končetiny mezi jednotlivými skupinami sportovců?“, lze říci, že rozdíly se objevily pouze v porovnání skupiny běžců s basketbalisty a skupiny hokejistů s basketbalisty. Hodnoty průměrného rozdílu dolních končetin byly u hráčů ledního hokeje a běžců velice podobné. Nejmenšího rozdílu mezi jednotlivými dolními končetinami dosáhli basketbalisté, většího potom hokejisté a největšího běžci.

V odpovědi na druhou vědeckou otázku, která zní „Bude se lišit množství tělesného tuku na dolních končetinách u jednotlivých skupin sportovců?“, lze jednoznačně konstatovat, že nejmenší množství tělesného tuku na dolních končetinách bylo naměřeno běžcům. Naopak nejvyššího množství dosáhli hokejisté.

V souvislosti se třetí vědeckou otázkou, která zní: „Bude se lišit množství kostní hmoty na dolních končetinách u jednotlivých skupin sportovců?“, lze říci, že basketbalistům bylo naměřeno vyšší množství kostní hmoty než zbylým sportovcům.

V odpovědi na čtvrtou vědeckou otázku, která zní „Bude se lišit množství svalové hmoty na dolních končetinách u jednotlivých skupin sportovců?“, lze říci, že běžcům bylo naměřeno viditelně menší množství svalů než basketbalistům či hráčům ledního hokeje.

V odpovědi na poslední pátou otázku, která zní: „Budou se lišit výkony dolních končetin mezi jednotlivými skupinami sportovců?“, lze říci, že nejvyšších průměrných výkonů dosáhli hokejisté, nižších basketbalisté a nejnižších běžci.

Pro zobecnění závěrů by se za limity naší práce dal považovat příliš malý počet probandů.

Výsledky bakalářské práce mohou posloužit trenérům jednotlivých klubů k vyhodnocení dosažených výsledků. Mohou být užitečné k odhalení svalových dysbalancí a funkčnosti svalů na jednotlivých končetinách a případnému upravení tréninkového plánu k jejich kompenzaci. Závěrem práce můžeme říct, že se nám všechny úkoly a cíle úspěšně podařilo splnit.

Referenční seznam literatury

- Anděl, J. (2003). *Statistické metody*. Praha: Matfyzpress.
- Balaš, J. (2016). *Fyziologické aspekty výkonu ve sportovním lezení*. Praha: Karolinum.
- Bartůňková, S., Heller, J., Kohlíková E., Petr, M., Smitko, K., Šteffl M., & Vránová, J. (2013). *Fyziologie pohybové zátěže: učební texty pro studenty tělovýchovných oborů*. Praha: Univerzita Karlova v Praze.
- Bursová, M. (2005). *Kompenzační cvičení*. Praha: Grada Publishing.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Science*. Hillsdale: Erlbaum.
- Drnková, Z., & Syllabová, R. (1991). *Záhada leváctví a praváctví*. Praha: Avicenum.
- Dylevský, I. (2009). *Funkční anatomie*. Praha: Grada Publishing.
- Grosser, M., Ehlenz, H., Griebel, R., & Zimmermann, E. (1996). *Trénujeme svaly*. České Budějovice: KOPP nakladatelství.
- Hajdučková, J. (2011). *Tělesné složení na základě bioelektrické impedance v seniorské populaci* (Diplomová práce, Univerzita Palackého, Olomouc, Česká republika). Získáno z: https://theses.cz/id/wfkc4u/DP_Hajduckova_22_7_.pdf.
- Hamar, D. (1989). *Všetko o behu*. Bratislava: Šport.
- Havlíčková, L., Bartůňková, S., Dlouhá, R., Melichna, J., Šrámek, P., & Vránová, J. (2006). *Fyziologie tělesné zátěže I*. Praha: Karolinum.
- Heller, J. (2018). *Zátěžová funkční diagnostika ve sportu*. Praha: Karolinum.
- Hendl, J. (2009). *Přehled statistických metod*. Praha: Portál.
- Hnízdil, J., & Havel, Z. (2012). *Rozvoj a diagnostika vytrvalostních schopností*. Ústí nad Labem: UJEP.
- Choutka, M. (1976). *Teorie a didaktika sportu*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Choutka, M. (1983). *Teorie a didaktika sportu*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Kafková, A. (2006) *Vhodná kompenzační cvičení pro basketbal* (Bakalářská práce, Masarykova Univerzita, Brno, Česká republika). Získáno z: https://is.muni.cz/th/dk9vk/Hotova_bakalarka_.pdf.
- Karas, V., Otáhal, S., & Sušanka, P. (1990). *Biomechanika tělesných cvičení*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Kostka, V., Bukač, L., & Šafařík, V. (1986). *Lední hokej (teorie a didaktika)*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Kasa, J. (2001). *Športová kinantropológia: (terminologický a výkladový slovník)*. Bratislava: Slovenská vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a šport.
- Muchová, M., & Tománková, K. (2009). *Cvičení na balanční plošině*. Praha: Grada Publishing.
- Novotná, A. (2013). *Svalové dysbalance a jejich kompenzace ve sportovní gymnastice* (Bakalářská práce, Masarykova Univerzita, Brno, Česká republika). Získáno z: https://is.muni.cz/th/bnzad/Bakalarska_prace__Aneta_Novotna__360384_.pdf.
- Pastucha, D., Bartůňková, S., Filipčíková, R., Gallo, J., Havlíček, P., Hyjánek, J., Kalina, R., Konečný, P., Langer, F., Maráček, R., Malinčíková, J., Přidalová, M., Sovová, E., & Šafař, M. (2014). *Tělovýchovné lékařství, vybrané kapitoly*. Praha: Grada Publishing.
- Perič, T. (2002). *Lední hokej*. Praha: Grada Publishing.

- Sedliská, V. (2007). *Analýza aktivity vybraných svalů dolních končetin při zatáčení na carvingových lyžích a porovnání s jejich aktivitou při volné bipedální chůzi* (Diplomová práce, Karlova Univerzita, Praha, Česká republika). Získáno z: https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/9027/DPTX_2003_2_11510_PSPD002_150640_0_30052.pdf?sequence=1.
- Sekot, A. (2008). *Sociologické problémy sportu*. Praha: Grada Publishing.
- Sikorová, M. (2006). *Sport a volný čas* (Diplomová práce, Masarykova Univerzita, Brno, Česká republika). Získáno z: https://is.muni.cz/th/ty7ci/DP_uz_tam_mas_ty_stranky__1_d.txt.
- Soukup, P. (2013). *Věcná významnost výsledků a její možnosti měření*. *Data a výzkum*, 7 (2), 125–148.
- Šebestová, K. (2013). *Návrh a realizace laboratorní úlohy pro měření bioimpedance* (Bakalářská práce, Technická univerzita Ostrava, Ostrava, Česká republika). Získáno z: https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/98811/SEB0034_FEI_B2649_3901R039_2013.pdf?sequence=1.
- Šmolík, P., Bonuš, J., Forró, D., Přikryl, J., Trnka, J., Veselá, V., & Veselý, K. (1985). *Pohybová výchova*. Praha: Mladá Fronta.
- Velenský, M., & Karger, J. (1999). *Basketbal*. Praha: Grada Publishing.
- Véle, F. (2006). *Kineziologie. Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Praha: Triton.
- Vyskotová, J., & Macháčková, K. (2013). *Jemná motorika*. Praha: Grada.
- Zelinková, O. (2003). *Poruchy učení*. Praha: Portál.
- Zvárová, J. (2004). *Základy statistiky pro biomedicínské obory*. Praha: Karolinum.
- Zvonař, M., Duvač, I., Kolářová, K., Maleček, J., Sebera, M., & Vespalec, T. (2011). *Antropomotorika pro magisterský program tělesná výchova a sport*. Brno: muni PRESS.

Internetové zdroje

- Compek, (2018). Compek Medicalservicesv [online]. Přístup dne 28.12.2018, z <http://www.compek.cz/ergometr-excalibur-sport.htm>.

Seznam příloh

Graf č. 1 – Výsledky Wingate testu

Graf č. 2 – Naměřené množství svalové hmoty

Graf č. 3 – Naměřené množství tuku

Graf č. 4 – Naměřené množství kostní hmoty

Graf č. 5 – Porovnání množství svalů a průměrného výkonu při Wingate testu u hokejistů

Graf č. 6 – Porovnání množství svalů a průměrného výkonu při Wingate testu u basketbalistů

Graf č. 7 – Porovnání množství svalů a průměrného výkonu při Wingate testu u běžců