

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

Diplomová práce

**Vybrané diagnostické postupy v průběhu ročního
makrocyklu prokazující asymetrie u hráčů florbalu**

Vedoucí diplomové práce:

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Řešitel:

Bc. Marian Jelínek

Praha 2019

Prohlášení

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

V Praze, dne

.....

podpis

Evidenční list

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

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu mé diplomové práce PhDr. Pavlovi Hráskému, PhD. a konzultantům Mgr. Martinu Komarcovi, PhD. a Mgr. Zuzaně Dragounové, PhD. za jejich ochotu, odbornou pomoc, připomínky a cenné rady, které mi pomohly k řešení této práce. Mé díky patří i trenérům TJ Sokol Královské Vinohrady Michalu Pazderovi a Fatpipe florbal Chodov Davidu Podhráskému, Dis., kteří byli ochotni uvolnit hráče k testování pro mou diplomovou práci. Děkuji také všem hráčům, kteří trávili svůj čas testování v LSM. Vřelé díky patří všem pracovníkům LSM UK, kteří mi asistovali při práci v laboratoři. V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině, která mi byla oporou v průběhu mého dosavadního studia.

ABSTRAKT

Název práce: Vybrané diagnostické postupy v průběhu ročního makrocyklu prokazující asymetrie u hráčů florbalu.

Cíle práce: Cílem práce je zjistit, jaké období je v rámci florbalové sezóny zatíženo největší asymetrií, z důvodu specifické zátěže, kterou florbal vytváří.

Metody: Výzkumný soubor byl složen z elitních florbalových týmů nejvyšší mužské soutěže ČR. Probandi (vstupní měření $n=18$, výstupní měření $n=10$) podstoupili celkem čtyři testy v před přípravném období, v průběhu hlavní části a dvakrát před play off. Chybějící data jsme doplnili za pomoci mnohonásobné imputace v softwaru Mplus. Hodnoceny byly vybrané parametry tělesného složení na přístroji Tanita MC-980MA, posturální stabilita na footscan® systému, explozivní síla za pomoci silových desek Kistler a svalová síla dolních končetin na Cybex Humac Norm. Hodnocenými parametry v testu tělesného složení byla výška, hmotnost, podíl tělesného tuku (%), výpočet ATH, podíl svalové tkáně na jednotlivých tělesných segmentech. V testech posturální stability byla hodnocena celková dráha středu tlakového působení (TTW) u vybraných stojů (USOO, USZO, FLL, FLP). V testech explozivní síly jsme hodnotili poměr zatížení jednotlivých končetin, maximální sílu a výšku výskoku. Svalová síla DK byla měřena v momentu svalové síly v koncentrické svalové práci. Výsledky jsem zpracoval v softwaru Microsoft Excel 2016.

Výsledky: Segmentální analýza tělesného složení nenašla statisticky signifikantní rozdíly. V testu posturální stability mezi testy FLL a FLP je rozdíl průměrů 212,1 mm s hladinou významnosti $p > 0,05$, tedy není zde statisticky významný rozdíl. Největší asymetrie byla zaznamenána v testu maximální svalové síly ve třetím měření s průměrem 17,6 % pravolevého poměru quadricepsu a průměrem 16,1 % pravolevého poměru hamstringů. Dále se největší rozdíly v předozadní asymetrii vyskytovaly u

dominantní DK v průměru 62,4 % a u nedominantní DK v průměru 61,4 %. V testech (CMFJ, CMJ, SQJ) explozivní síly zaznamenáváme největší rozdíl mezi pravou a levou DK, během celého odrazu v měření druhém. Bylo zjištěno, že CMFJ má průměr rozdílů 11,5 % v odrazech mezi LDK a PDK, CMJ má 12,6 % průměr rozdílů odrazů mezi LDK a PDK, SQJ má 13,4 % průměr rozdílů odrazů mezi LDK a PDK. Z výsledků je tedy zjevné, že přípravné období, je zatíženo nejvíce asymetriemi.

Klíčová slova: Dysbalance, metody testování, florbal, posturální stabilita, asymetrie, malaadaptace, klíčové části sezóny.

ABSTRACT

Title of the thesis: Selected diagnostic procedures during the annual macrocycle of the floorball season which are used to demonstrate a specific asymmetry in floorball players

Aims of the thesis: The aim of this work is to identify and analyze the specific time period during the floorball season, which is characteristic with the biggest muscle asymmetry caused due to a specific exercise load that floorball demands.

Methods: The research was conducted among elite floorball teams of the top men's floorball competition in the Czech Republic and the tested research group included only male professional athletes. The probands ($n = 18$ input measurements, $n = 10$ output measurements) took a total of four complex measurements. Testing was held once before the pre-conditioning period, once during the main course and twice before the playoff. Missing data was supplemented and approximated by the method of multiple imputations in Mplus software.

Selected body composition parameters were evaluated, tested and measured on various measuring instruments and machines such as Tanita MC-980MA. The footscan® systems were used to measure postural stability. The explosive force was measured using Kistler force plates and the Cybex Humac Norm isokinetic dynamometer was used to determine the muscle strength of the lower limbs. Evaluated parameters in the body composition test were height, weight, body fat fraction measured in percents, ATH calculation, muscle tissue fraction on individual body segments. The overall center of pressure action measured during the session on selected tests (USOO, USZO, FLL, FLP) was evaluated to obtain data for postural stability tests.

During the explosive power tests, we evaluated the ratio of the load of the individual limbs, as well as the maximal produced muscle strength and the maximum jump height of the test subject. Muscle strength of lower limbs was measured at the moment of muscle strain during concentric muscle work. All accumulated data were

operationalized and verified. Microsoft Office Excel 2016 was used to process and record written results.

Results: The Segmental Analysis of Body Composition found no statistically significant differences. During the measurement of postural stability, the FLL and FLP tests measured a difference of 212.1 mm in tested diameter with an indistinctive value of the only $p > 0.05$. This result cannot be considered as a significant statistically important difference. The greatest asymmetry was recorded in the maximum muscle strength during the tests which were taken in the course of the third measurement. An average value of 17.6 % of the right-left quadriceps ratio and an average of 16.1 % of the right-left hamstring ratio was measured during this measuring period. As further research has shown, the biggest differences in anteroposterior asymmetry occurred in the dominant DK. On average, the measured values were 62.4 % for dominant DK and 61.4 % for non-dominant DK. At the moment of the full jump during the explosive force tests (CMFJ, CMJ, SQJ) performed in the second phase of our measurements, the greatest difference was identified between the right and left DK.

Last but not least, the distribution of weight to individual limbs was measured at the time of the entire lunge to jump momentum. CMFJ was found to have an average jump lunge value of 11.5 % differences between LDK and PDK. In contrast, the CMJ has an average jump lunge value of 12.6 % differences in LDK and PDK. The SQJs have an average jump lunge value of 13.4% differences between LDK and PDK. The overall submitted results show that it is the preparatory period, which is burdened with the highest asymmetry.

Key words: Disbalance, Methods of Testing, The Floorball, Postural Stability, Maladaptation, The Most Important Parts of The Season

Obsah

1 Úvod.....	11
2 Teoretický úvod	12
2.1 Úvodní terminologie a charakteristika problému	12
2.1.1 Funkční anatomie.....	12
2.1.2 Posturální systém	16
2.1.3 Kineziologie.....	20
2.2 Svalová dysbalance u hráčů florbalu	21
2.2.1 Vliv florbalového zatížení na svalové dysbalance.....	22
2.2.2 Vliv intenzity zatížení při florbale na bilaterální a unilaterální asymetrii	23
2.2.3 Klinické projevy a syndromy svalových dysbalancí u hráčů florbalu.....	23
2.3 Nejčtenější florbalová zranění	27
2.3.1 Příčiny zranění	28
2.3.2 Druhy zranění	30
2.3.3 Zranění vyskytující se u hráčů a hráček florbalu	32
2.4 Diagnostické postupy.....	34
2.4.1 Bioimpedanční metoda (BIA).....	34
2.4.2 Dynamická plantografie – Tlaková deska Footscan	37
2.4.3 Silová deska Kistler	39
2.4.4 Cybex Humac Norm	41
3 Cíle, úkoly a metodika práce	43
3.1 Výzkumná otázka	43
3.2 Cíl práce.....	43
3.3 Úkoly práce.....	43
3.4 Hypotézy.....	44
3.6 Popis výzkumného souboru	45

3.7 Průběh a organizace testování.....	45
3.8 Použité metody a přístrojové vybavení.....	46
3.9.1 Měření tělesného složení	46
3.9.2 Měření posturální stability	47
3.9.3 Měření explozivní síly DK	48
3.9.4 Měření svalové síly DK	49
3.9.5 Analýza dat	50
4 Výsledky	51
4.1 Výsledky tělesného složení.....	51
4.2 Výsledky posturální stability	53
4.3 Výsledky explozivní síly	54
4.4 Výsledky svalové síly	58
5 Diskuze	61
6 Závěr	71

1 Úvod

Za dobu mého pětiletého studia na FTVS UK jsem si již na bakalářském stupni zvolil směr „Aktivity podporující zdraví“ a nyní svou diplomovou prací v tomto směru pokračuji. Během návštěv přednášek a seminářů zaměřených na toto téma, sepsáním bakalářské práce jsem získal představu o tvorbě intervenčních programů, kompenzačních cvičení, regeneraci, či práci s kondičními programy obecně.

Dnešní svět, běžná populace, trpí nedostatkem pohybu. Na druhou stranu zde máme sportovce, kteří v extrémních případech trpí přetěžováním svého pohybového aparátu. V obou směrech nám paradoxně vzniká stejný problém, kterým jsou asymetrie právě onoho pohybového aparátu. Zde již narážím na problematiku, kterou se ve své diplomové práci zabývám.

Florbal jako sportovní fenomén se dnes raketovou rychlostí těší oblibě mnoha dětí i dospělých, jak už na rekreační, tak na závodní úrovni. Hráči na úrovni nejvyšší florbalové soutěže v ČR se mohou těšit z narůstajícího komfortu v podobě školených kondičních trenérů, fyzioterapeutů, masérů, sponzorů a rozrůstajícího realizačního týmu. S tím vším jsou na ně kladeny daleko větší výkonnostní nároky. Florbal, respektive jeho hráči, se dostávají do bodu, kdy se přibližují k tréninkům na úrovních profesionálních sportovců, otázkou zůstává, zda je jejich tělo na takovéto zatížení připraveno. Vezmeme-li v potaz, že většina hráčů florbalu stále pracuje, chodí do školy a má své starosti a povinnosti se zajištěním živobytí.

V mé bakalářské práci, kde jsem se věnoval porovnání balančních dovedností hráčů florbalu a ledního hokeje, chci navázat na zjišťování výskytu asymetrií v průběhu florbalové sezóny a popsat je pomocí vybraných diagnostických postupů, která by mohly být aplikované do praxe a napomohly by k eliminaci zranění přetěžovaných florbalových hráčů.

Jsem si vědom, že výkonnostní sport je zapotřebí budovat na stabilních, zdravých, pohybových základech. To vše mě inspirovalo k vybrání tématu mé diplomové práce, která nese název „Vybrané diagnostické postupy v průběhu ročního makrocyklu prokazující asymetrie u hráčů florbalu“.

2 Teoretický úvod

2.1 Úvodní terminologie a charakteristika problému

V mé práci se vyskytují termíny, které sahají do oblastí zranění pohybového systému, morfologie, posturální stability, funkční, obecné i speciální kineziologie a funkční anatomie. V několika následujících odstavcích se chci věnovat právě těmto zmíněným oblastem.

2.1.1 Funkční anatomie

Anatomie člověka je věda o tvaru a stavbě lidského organismu. Anatomická nomenklatura je prostředek komunikace mezi lékařem a zdravotními pracovníky a stále i mezi zdravotníky a pracovníky kontaktních oborů. Dále umožňují komunikaci mezi trenéry, vedoucím družstva a samotným hráčem. Anatomie je jedním z těžkých vědních oborů náročných na paměť, prostorovou a tvarovou představivost či soustavnou studijní práci. V kontextu vědních oborů anatomie přibylo mnoho nových výzkumů, poznatků a informací o funkci těla. Funkční anatomie nepředstavuje samostatný vědní obor, ale je chápána jako jedna z možností aplikované anatomie a reprezentuje didaktický celek vycházející z funkce tkáně nebo orgánu a podřizující popis jeho stavby dalšímu funkčnímu uplatnění. V této problematice je známo, že v případě ohromné sumy racionálních vědomostí nám dovoluje proniknout do pohybového systému člověka jako takového a nahlédnutí jeho vnitřních problémů (Dylevský, 2009).

Zdraví je pojem dnešní doby, který je spojován s různými přívlasky, kterými jsou například zdravý životní styl, zdravá výživa, zdravý pohyb a podobně. Jedním z ukazatelů zdraví je přiměřený růst, což je složitý biologický proces, který je výsledkem souhry celé řady faktorů.

Růst je do jisté míry determinován geneticky, v dnešní době ovšem víme, že s růstem je spojená adaptace na specializovaný tréninkový proces. Růstem těla rozumíme zvětšování jeho celkových rozměrů – výšky těla, délky obvodů jeho

jednotlivých částí, zvětšování ploch, objemů a hmotností jednotlivých orgánů i celého těla. Ve výše zmíněné definici můžeme pokládat za růstový proces i zvětšování hmotnosti těla. Toto chápání ovšem není mezi odborníky jednoznačně přijato, i když u některých růstových procesů jde opravdu o jednoduché ukládání zásobních látek v již konstantním počtu tkáňových buněk nebo o zvětšování objemu, hmotnosti stávajících struktur, jakými je například objem svalových vláken (Dylevský, 2009).

Tkáně jsou soubory buněk, které mají stejný nebo alespoň podobný tvar a jednu hlavní funkci. Vývoj tkání je nerozlučně spojen s vývojem mnohobuněčných organismů. Svalové tkáně zabezpečují u mnohobuněčných živočichů především pohyb. Měnit tvar smrštěním určitého okrsku cytoplazmy dovede většina buněk. I když je tato schopnost typická prakticky pro všechny buňky, vznikají v cytoplazmě některých prvků speciální struktury (Dylevský, 2007).

Pohybový systém člověka je funkční celek složený ze tří podsystemů:

- opěrného a nosného (kosti, klouby a vazy),
- hybného – efektorového (kosterní svaly),
- řídicího – koordinačního (receptory, periferní – centrální nervstvo).

Biologické a biomechanické vlastnosti jednotlivých podsystemů i chování pohybového systému jako celku určují především anatomické a fyziologické vlastnosti tkání, ze kterých se daný systém skládá. Na stavbě pohybového systému se nejvíce podílí pojivová tkáň, svalová tkáň a tkáň nervová (Dylevský, 2009).

Nelze ovšem opomenout důležitost opěrného a nosného systému, a to především kostí. Dimon (2001) uvádí, že kosti v těle vytvářejí kostru našeho těla a zároveň působí jako páky, které se pohybují pomocí svalů. V našem těle se vyskytují kosti různých tvarů a velikostí. Například dlouhé kosti mají funkci hlavně pro pohyb, krátké kosti jsou silné a pevné a ploché kosti jsou ochranné nebo mají širokou plochu pro upínání některých svalů, jako jsou například ramenní, lopatka či lebka.

2.1.1.1 Vazivová tkáň – vazivo

Vazivo je pojivá tkáň, kterou tvoří především vazivové buňky, nebo-li fibroblasty, kolagenní a elastická vlákna a amorfni mezibuněčná hmota. Kolagenní

vlákna tvoří nejobjemnější strukturu všech pojivových tkání. Podle typu vaziva probíhají buď paralelně, nebo jsou lehce zvlněná. Kolagenní vlákna jsou velmi ohebná a pevná na tah. V čisté formě se podílejí na stavbě složek pohybového systému, kde je požadována vysoká pevnost a ohebnost - šlachy a vazy, ale postačí menší pružnost. Základní látkou každého vlákna je bílkovina zvaná kolagen, která je tvořena menšími vlákny. Co je podnětem pro tvorbu dalších kolagenních vláken není zcela jednoznačné. Není ovšem vyloučeno, že jednou z příčin je právě regenerace, a adaptace na specifickou pohybovou činnost (Dylevský, 2009).

Šlachu nám Hanzlová a Hemza (2004) vysvětlují takto. Svazek rovnoběžně uspořádaných kolagenních vláken nazýváme šlacha (tendo). Řídké vazivo udržuje pohromadě kolagenní vlákna. Prakticky slouží pro spojení svalu s kostí. Z funkčního hlediska slouží šlacha jako přenašeč síly stahujícího se svalu do kosti, pomocí kterého je kost uvedena do pohybu. Místo, kde dochází ke spojení šlachy ke kosti, nazýváme svalový úpon. Šlacha na jednom konci vyrůstá ze svalového břicha a na konci druhém přirůstá k okostici. Šlachy jsou považovány za neaktivní tkáň, a to především pro velice slabé krevní zásobení. Mají také málo nervových zakončení, proto je jejich přítomnost v těle pocíťována až při zranění

2.1.1.2 Svalová tkáň

V našem těle se nachází okolo 600 svalů. Svaly u žen dosahují okolo 32 % celkové hmotnosti a u mužů je to až 36 % hmotnosti. U trénovaného sportovce (např. atleta) můžou svaly tvořit až 45 % celkové hmotnosti. 56 % svalstva člověka je ukryto v dolních končetinách, 28 % v horních končetinách a 16 % připadá na trup a hlavu (Čihák, 2016).

Dylevský (2009) uvádí, že svalová tkáň funguje na principu stažitelnosti, jejíž výsledek je generická síla. U lidské populace zajišťuje svalová tkáň mnoho funkcí. Umožňuje pohyb, účastní se na přijímání potravy, dýchání, rozmnožování, slouží dokonce jako prostředek pro formulaci verbální i nonverbální komunikace. V praxi se uvádí základní dělení svalových tkání do dvou typů:

- Hladká svalovina, z funkčního hlediska vykonává pomalé a rytmické stahy.
- Svalovina příčně pruhovaná, pro rychlé a silné kontrakce, nezbytné pro pohybovou soustavu.

Pro mou práci je potřeba si osvětlit charakteristiku příčně pruhovaných svalů, jejichž základní stavební jednotkou je svalové vlákno. Kosterní svaly tvoří hybnou, motorickou složku pohybového systému. Přes 450 svalů může reprezentovat až 45 % hmotnosti lidského těla a metabolismus svalové tkáně představuje téměř 45 % látkové výměny celého organismu (Dimon, 2001).

Čihák (2016) uvádí malinko odlišná čísla, a sice, že se v našem těle nachází okolo 600 svalů. Svaly u žen dosahují okolo 32 % celkové hmotnosti a u mužů je to až 36 % hmotnosti. U trénovaného sportovce (např. atleta) mohou svaly tvořit až 45 % celkové hmotnosti. 56 % svalstva člověka je ukryto v dolních končetinách, 28 % v horních končetinách a 16 % připadá na trup a hlavu.

Dimon (2001) uvádí, že příčně pruhované neboli kosterní svaly jsou upínány ke kostem a asistují, či samostatně vykonávají pohyb části těla. Tato svalovina je ovládána vůlí, to znamená, že můžeme řídit její činnost. Hladká svalovina je obsažena například ve stěnách žaludku a střev, srdeční svalovina pumpuje krev do celého těla a není ovládána vůlí. To značí, že není možné ovládat její činnost.

Typy svalových vláken dělíme na:

- pomalá červená vlákna typ I, SO,
- rychlá bílá vlákna typ II A, FOG,
- rychlá červená vlákna typ II B, FG,
- přechodná vlákna typ III.

Svalová vlákna mají řadu společných znaků, které dovolují jejich jednotný obecný popis, ale sval je ve skutečnosti heterogenní populací vláken lišících se řadou mikroskopických, histochemických a fyziologických vlastností (Dylevský, 2009).

2.1.2 Posturální systém

Typickou polohou pro člověka je vzpřímené držení těla při udržení tělesné rovnováhy, která je základní podmínkou pro všechny pohybové činnosti člověka. Správný vývoj a funkce antigravitačních a posturálních mechanismů a mechanismů udržování rovnováhy je předpokladem i pro cílené motorické jednání, fázickou hybnost a lokomoci (Javůrek, 1986).

Vzpřímené držení těla je dáno složením tělesných segmentů podél podélné osy. Toto uspořádání má antigravitační funkci a zároveň je prostředníkem vnímání a chování mezi tělem a okolním prostředím (Woollacott a kol., 2002). Abychom dokázali pochopit problematiku vzpřímeného držení těla, může nám posloužit model lidského těla jako obráceného kyvadla. Udržet tento systém v rovnováze je velice složité, téměř nereálné (Latash, 2008). Problém je díky vnějším vlivům (ty během stoje způsobují neustálé výchylky z vertikální osy) (Horak, 2006), a také počtem kloubů podél podélné osy. Aby takový systém mohl být stabilní, těžiště středu jeho tělesné hmotnosti (COM) musí během stoje dopadat do opěrné báze (Latash, 2008). Jakmile se COM vychýlí ze své rovnovážné polohy, testovaný ucítí výchylku a nerovnost ve své posturální stabilitě, která zapříčiní pád. K posturální stabilitě je nutná tzv. posturální kontrola. Řízení rovnováhy za vzpřímeného držení těla, konkrétně tedy bipedální stoj a chůze dle Javůrka (1986), vyžadují velice komplikované regulace dynamické rovnováhy při vzpřímeném držení těla.

Toto tvrzení potvrzuje, i když lehce odlišně, i De Kegel a kol. (2011). Posturální stabilita je definována jako kontinuální zaujímání správné polohy. Tedy schopnost zajistit takové držení těla, aby nedošlo k nezamýšlenému anebo neřízenému pádu. Jako taková není statickým dějem, ale dynamickým souhrnem reakcí na labilitu pohybového systému (Kolář, 2009). Další autoři vyjadřují tento pojem podobně, a to jako schopnost udržet vzpřímený postoj a udržet COG v hranicích opěrné báze. Posturální stabilita je zásadní pro motorický vývoj (Lee, Lin, 2007).

Udržování vzpřímeného držení těla je proces vyžadující souhru svalů, které se na něm podílejí. Jejich činnost řídí centrální nervová soustava (CNS), která musí zajišťovat nejen stabilitu zaujaté polohy při práci rukou, ale musí dokonce stabilizovat i průběh změny držení a tuto situaci i krátkodobě předvídat. V nouzi musí být možno

vyvinout rychle i značnou sílu, aby nedošlo při náhlé změně polohy k porušení rovnováhy, přetížení nebo k pádu (Véle, 1995).

2.1.2.1 Řízení pohybu

Schopnost udržení rovnováhy v nestabilních podmínkách patří k základním pohybovým dovednostem, kterou lze zdokonalovat vědomým učením. Je ovšem nutné si uvědomit, že tato dovednost se vytváří v podvědomí (Křištofič, 2000).

Posturální kontrola je komplexní a rozsáhlá motorická dovednost, která je odvozena ze souhry více senzomotorických procesů, jakými jsou například zraková kontrola, sluchové vjemy, nebo schopnost soustředit se na právě prováděný pohyb. Má dva hlavní cíle – posturální orientaci a posturální stabilitu (Horak, Fay, 2006). Posturální orientace je schopnost udržovat odpovídající vztah mezi tělesnými segmenty a také mezi tělem a okolním prostředím ať už stálým či nestálým. Posturální stabilitu můžeme definovat jako schopnost kontrolovat těžiště (COM) ve vztahu k opěrné bázi (Woollacott a kol., 2002). Je to zcela zásadní podmínka k běžnému pohybu a ke každodenním aktivitám nejen sportovního charakteru. Poruchy posturální stability vedou k častým pádům a následně i nechtěným zraněním.

Mezi nejdůležitější faktory, které zajišťují posturální stabilitu patří biomechanická omezení (př. velikost opěrné báze), pohybová vybavenost a její docilita (kotníková a kyčelní), orientace v prostoru (vnímání vertikálního držení těla), kontrola pohybu (například během chůze nebo během přechodu z jedné pozice do jiné), kognitivní procesy a senzorické strategie (Horak, Fey, 2006). Fetz (1990) uvádí, že při udržování rovnováhy převažuje činnost vestibulárního aparátu, ovšem vždy s ostatními smysly, přičemž za nejdůležitější považuje zrak.

Véle (1995) se s nimi shoduje v tom, že stabilita závisí zejména na výšce těžiště, hmotnosti tělesa a velikosti oporové báze. Tyto složky mají význam při hodnocení kvality chůze a stoje, kde se k těmto složkám musí přihlížet, dalším faktorem pak může být sklon styčné plochy mezi tělesem a terénem a s tím úzce souvisí úhel, který svírají dolní končetiny (DK) s opornou plochou báze. Lze pak hodnotit i průměr těžiště do

podpůrné plochy dolních končetin. Bezpečné a pevné přilnutí chodila k opěrné bázi je následně zárukou stability a jistoty chůze.

Několik studií se shoduje, že zraková kontrola má zcela zásadní význam na úrovni posturální stability. Proprioceptivní podněty jsou důležité pro harmonické posturální řízení, vnímáme je nepřímě a jejich porucha se projevuje pohybovou nebo posturální nejistotou, zhoršením obratnosti, pohybové koordinace a pády (Irrgang a kol., 1994). Wolf (1998) prokázal lepší posturální stabilitu u zjišťovaných parametrů vždy v testech s otevřenými očima. Také studie Simoneau (1995) nám dokazují, že při testování stoje bez zrakové kontroly hodnoty parametrů rovnováhy se zhorší až dvojnásobně. Při zavření očí se zvyšuje rychlost změn polohy center of press (COP) a rostou výchyly (Riach a kol., 1993). Gryc (2014) uvádí jako další faktory ovlivňující posturální stabilitu například věk, pohlaví, pohybové oslabení a pohybové aktivity.

Javůrek (1986) mluví o zprostředkování integrace a koordinace programu držení těla a jeho reflexní kontroly, kterým slouží tyto mechanismy:

- 1) Anticipované programování se schématem pohybu v časovém sledu zajišťuje činnost posturálních svalů před cíleně řízeným pohybem.
- 2) Tato přípravná aktivace zahrnuje také proprioceptivní kontrolu drážděním gama-systému, aby byly kompenzovány síly a protisíly nejen primárně inervované svaly, ale i vzdálené svaly a jsou aktivována kontra-laterální svalová vřeténka, což umožňuje kontrolu nad zpětnou vazbou s tvorbou kompenzací na spinální úrovni.
- 3) Řízení pohybu je kontinuální a adaptací na nepředvídané překážky mění původní schéma pohybu. Podílí se na tom vizuální a vestibulární hlášení, a hlavně svalová kloubní propriocepce, čímž je zajištěna kontrola tělesné rovnováhy.

2.1.2.2 Složky posturální stability

Vzpřímené držení těla u člověka zajišťuje opěrný a vazivový aparát na pasivní úrovni a poté spolupracují se svalovým aparátem, který se do tohoto procesu zapojuje aktivně díky složitým reflexům, které jsou řízeny CNS (Vařeka, Dvořák, 1999). Udržení

vzpřímeného držení těla zajišťují tři základní složky, kterými jsou senzory, řídicí a výkonná složka.

Senzorická složka

Při zajištění posturální stability má zásadní vliv senzory, jednodušeji řečeno zrak (Visual Influence on Postural Control, With and Without Visual Motion Feedback, 2009). Autoři se ovšem nedokáží shodnout, jakou mírou se senzory podílí na výsledné úrovni posturální stability.

V klidném stoji potvrzují experimentální studie rozhodující podíl propriocepce při udržení posturální stability. Vyřazení propriocepce má v této situaci nejméně stejný dopad jako současné vyřazení zraku i vestibulárního aparátu (Simoneau a kol., 1995). Vestibulární aparát se uplatňuje zejména při pohybu. Zrak má zásadní úlohu při orientaci v prostoru, a to především při anticipaci změn působení zevních sil a při pohybu. Zrakové informace také pomáhají kontrolovat polohu a postavení hlavy, uplatňují se samozřejmě i v klidném stoji (Buchanan, 1999).

Hutchinson (1995) přikládá význam této složky v předávání informací o proměnlivých podmínkách vnějšího nebo vnitřního prostředí tak, aby na ně posturální systém mohl přiměřeně rychle reagovat. Signály z okolí jsou předávány do CNS prostřednictvím zrakového, vestibulárního, percepčního a proprioceptivního systému.

Zrak (zrakový analyzátor) hraje klíčovou roli při celkové orientaci v prostoru, především při pohybu a anticipaci změn působení zevních sil. Dále pomáhá také kontrolovat polohu a postavení hlavy v prostoru (Vařeka, Dvořák, 2001; Brenesi, 2005). Díky prostorovému vidění dokáže člověk vnímat prostor a vzdálenost. Díky těmto systémům je při většině každodenních aktivit posturální rovnováha zajišťována mimovolně, tedy automaticky. Při zhoršení podmínek pro zachování PS je však zapotřebí spolupráce volní složky centrální nervové soustavy.

Řídicí složka

Řídicí složkou posturální stability je CNS. Její funkcí je transfer vjemů z receptorů a jejich centrální zpracování. Dále vysílá nové signály na efekторы (Véle, 2006). NS pracuje se svaly jako s celky, skupinami, chceme-li. Ovládáme tedy skupinu svalů pokud možno koordinovaně jako celek. Dle Jančové a Kohlíkové (2007) se

koordinace vzpřímeného stoje, který je závislý na posturální stabilitě, odehrává v CNS, a to konkrétně v spinální míše, retikulární informaci, středním mozku, mozečku, bazálních gangliích a mozkové kůře.

Výkonná složka

Výkonnou složkou člověka není nic jiného než samostatný pohybový aparát a jeho následný projev. Jednotka pro výkon pohybu je poté kosterní svalovina, která nám zajišťuje jak pohyb dynamický, tak i klidovou vzpřímenou polohu těla. Svaly fyzické zajišťují pohyb v prostoru, tedy pohyb dynamický. Stabilitu posturální nám zajišťuje tzv. posturální systém nebo axiální systém, ten zajišťuje vzpřímenou polohu těla (Suchomel, 2006). Véle (2006) tento systém charakterizoval jako hluboký stabilizační systém, nebo-li HSS. V moderní a laické společnosti je pak tento název znám spíše pod pojmem core.

2.1.3 Kineziologie

Ve spleti odborných názvů a charakteristik má kineziologie ve vztahu k pohybovým aktivitám a sportu jako takovému nezastupitelný význam. Je to vědní obor velice obtížný, který se díky novým poznatkům a technologiím stále dynamicky rozvíjí. Kineziologie je odvozena z řeckého slova kinesis, což znamená pohyb a slova logie, logos, logika, která nám značí vědní obor, nauku.

Kineziologie neboli nauka o pohybu je teoretická věda zabývající se různými aspekty pohybu. Předmětem kineziologického zkoumání je pohybový projev z hlediska stavby, vývoje a fyziologie pohybové soustavy a mechanismů, které pohyb řídí a regulují (Vyskotová a kol., 2013). Dylevský (2007) kineziologii definoval jako vědu o biologických komponentách, aspektech a attributech pohybu v procesu vývoje a o vlivu pohybu na biologické struktury. Véle (2006) poznamenává, že kineziologie je věda o lidském účelově organizovaném pohybu podléhajícímu fyzikálním zákonům hmotné struktury těla stejně jako kybernetickým zákonům řízení pohybové funkce, která udržuje funkci lidského organismu. Kineziologie je nástroj, kterým chápeme

vědecky podložené terapeutické techniky, jako nástroj pro fyzioterapeutickou praxi. Nejenom z tohoto důvodu je její znalost pro praktické využití zcela zásadní.

Javůrek (1986) charakterizoval kineziologii jako vědu, která se zabývá a zkoumá zákonitosti pohybového systému člověka, a to jak z hlediska fyziologických, mechanicko-funkčních, tak i psychických. Kineziologie zkoumá úzký vztah pohybu jednotlivých svalů a návaznosti mezi nimi, které se skládají ve složitější, ale samostatné svalové skupiny.

Ústředním tématem raných kineziologů byl především mechanický výklad působení svalů na kosti a klouby za účelem vytváření pozice a pohybu. V moderní době pak vytvořili zjednodušený model tělesné mechaniky, kde kosti fungují jako páky, klouby jako osy otáčení a svaly jako pružiny, a na jehož základě lze provádět matematické výpočty (Frost, 2014).

2.2 Svalová dysbalance u hráčů florbalu

Klasickým příznakem dysbalance je zkrácení určité svalové skupiny, tyto svaly nazýváme hypertonické, druhá svalová skupina je oproti tomu ochablá, hypotonická. V takovémto případě je svalový systém nevyrovnaný, a dochází-li k přetahu kosti na jednu stranu, v jednom směru, nejčastější důsledek je pak vertebrogenní syndrom, nebo-li bolest páteře (Kolář, 2009).

Bursová (2005) hovoří o svalové dysbalanci jako o charakteristické příčině zkrácených a oslabených svalů, poruch pohybového stereotypu a svalové koordinaci. Nejběžnější příčinou je unilaterální přetěžování (florbal) bez přiměřené kompenzace.

Čermák a kol. (1992) potvrzují, že dysbalance je porušení funkční symetrie svalů v důsledku odlišného svalového tonu, který ovlivňuje přilehlý segment těla. Následkem je pak ochabnutí fyzických svalů a zkrácení svalů posturálních.

Fázické svaly mají tendence ke ochabování. Dochází u nich k útlumu svalového tonu, snížení odporu, který sval vynakládá. Tyto ochablé svaly pak nedostatečně pracují ve stabilizačním procesu HSS a je nutné je cíleným tréninkem posilovat (Kolář a kol., 2016).

Svaly posturální jsou charakteristické zkracováním, zvyšuje se zde svalový tonus. Jsou důležité pro udržení vzpřímeného těla, je tedy potřeba tyto svaly řádně a pravidelně protahovat, aby nedošlo k jejich zkrácení (Kolář a kol., 2016).

2.2.1 Vliv florbalového zatížení na svalové dysbalance

Při jakémkoliv sportu je zapotřebí určitý balíček pohybových schopností a základních dovedností. Pohybové schopnosti jsou zcela zásadní. Právě ony představují soubor vnitřních předpokladů pro danou činnost. U většiny sportů ale nelze mluvit o uplatnění pouze jedné dovednosti, nýbrž kombinací hned několika z nich (Dovalil a Perič, 2010). Sportovní hry, do nichž florbal zajisté patří, jsou charakteristické spojením všech pohybových schopností.

Nároky na koordinační schopnosti hráčů florbalu rok od roku stoupají. Je to díky profesionalizaci sportu, mediální podpoře a stále neustávajícímu růstu popularity tohoto sportu. V tomto případě se jedná o schopnosti reakční a kinesteticko-diferenciační. Dalšími důležitými vlastnostmi jsou například obratnost, kreativita, flexibilita a psychická odolnost. Všechny tyto vlastnosti ale vycházejí z dobře osvojených rychlostně-vytrvalostních schopností hráče (Dombrath, 2014).

Všechny fyziologické, biomechanické a funkční vlastnosti florbalu vychází ze základního postoje. Skružný (2005) tento postoj charakterizuje jako podřep rozkročný, přičemž podle dominantní strany čepele hole na levou nebo pravou stranu je daná DK předsunutá. Mírným výponem hráč docílí co možná nejrychlejší reakce na podněty a rozběh. Charakteristický je mírný předklon. Při držení hole v nestejně výši rukou se nám ramena asymetricky naklání na stranu ruky, která je níže. Hlava se přitom dívá dopředu, ale je mírně předsunuta. Martínková (2009) popisuje florbalový postoj takto. Jedna ruka je na horním konci florbalové hole a druhá je na středu, u konce omotávky. Šířka úchopu je značně individuální, doporučuje se ovšem na šíři ramen. Horní ruka drží florbalovou hůl pevně, v závislosti na činnosti, kterou hráč provádí. Kysel (2010) mluví o nesymetrickém držení těla vlivem držení hokejky. V mírném předklonu trupu přetěžujeme oblast beder, což má za následek zvětšování bederní lordózy a zkracování prsních svalů. Kromě prsních svalů mají hráči často zkrácené ohybače v oblasti šíje,

horní fixátory lopatek, bederní vzpřimovače trupu a na dolních končetinách ohybače kyčelních i kolenních kloubů.

2.2.2 Vliv intenzity zatížení při florbale na bilaterální a unilaterální asymetrii

Zatížení chápeme především jako souhrn pohybových činností, s cílem změny, nejlépe zvýšením trénovanosti. Této změně se v praxi říká adaptační podnět, přičemž nová úroveň pohybových schopností je významnější (Dovalil a Perič, 2010). Činnosti, které jsou vykonávány dlouhodobě s charakteristickými rysy unilaterálního či bilaterálního zatížení, se projevují na strukturálních změnách svalového aparátu negativně v podobě asymetrií a svalových dysbalancí (Véle, 2006). Adaptační podmínky jsou pak podle Dovalila a Periče (2010) posuzovány podle ukazatelů druhu podnětu, síly podnětu, doby působení podnětu, frekvence opakování podnětu.

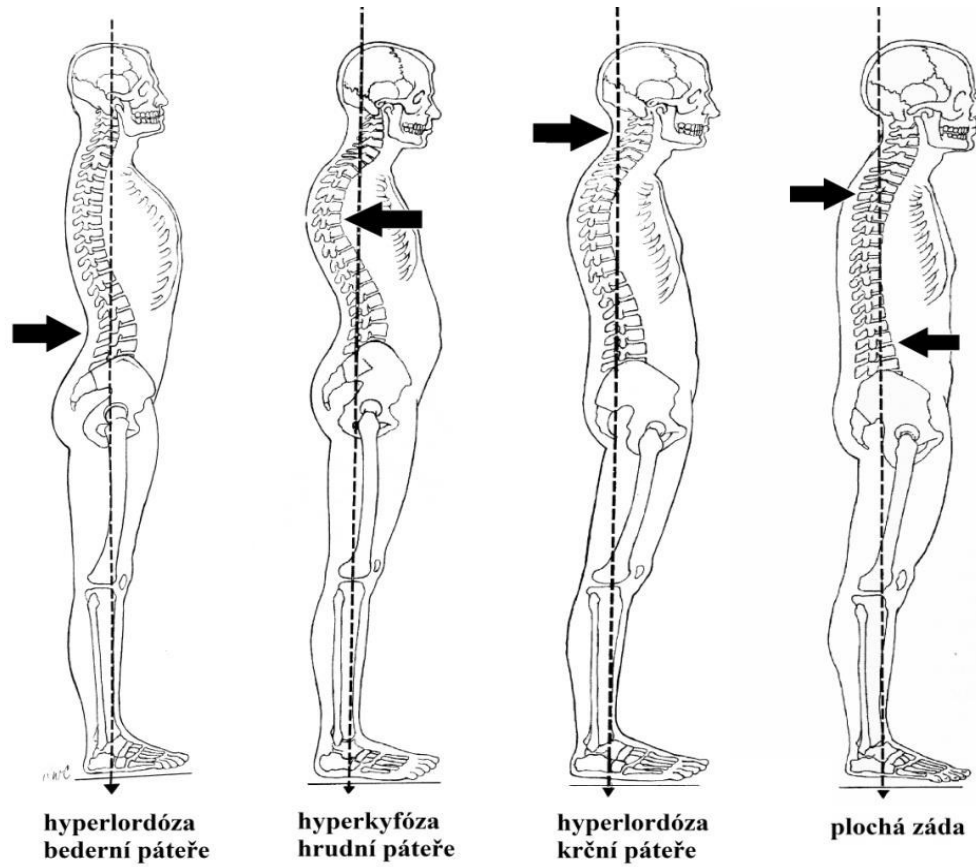
2.2.3 Klinické projevy a syndromy svalových dysbalancí u hráčů florbalu

Z výše uvedených popisů postoje a charakteristických pohybů pro florbal je zjevné, že dojde k určitým klinickým projevům, které si následně shrneme.

- Hyperlordóza krční páteře je zjevná v držení hlavy. Je vysunuta z ramen. Její příčinou je zkrácení šíjových svalů m. sternocleidomastoideus, m. Scalenii a další, a ochabnutí ohybačů krku m. longus capitis, m. longus colli (Levitová a kol., 2016).
- Hyperlordózu bederní páteře doprovází ochabnutí břišního svalstva m. rectus abdominis, m. obliquus a další, dále pak ochabnutí svalů hýžďových m. gluteus maximus, medius, minimus, které jsou doprovázeny zkrácením ohybačů kyčle m. iliopsoas, m. rectus femoris a další, a svalů zádočných v bederní části m. quadratus lumborum, m. erector spinae pars lumbalis (Kendall a kol., 2005).
- Hyperkyfóza hrudní páteře ovlivňuje zkrácení m. pectoralis major a minor a oslabení dolních fixátorů lopatek m. pars ascendens et transversa, m. trapezii a další. Hrudní kyfóza může ovlivňovat i špatné dýchací návyky, kdy jedinec

dýchá převážně mělkým hrudním dýcháním. Na první pohled poznáme hyperkyfózu vyhrbenými zády a protrakcí ramen (Kolář a kol., 2016).

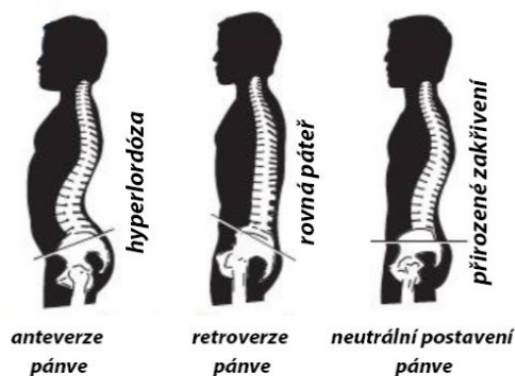
Obrázek 1 - Hyperlordóza, hyperkyfóza



(Zdroj: Kendall a kol., 2005)

- Antverze pánve je nadměrné naklopení horní části pánve vpřed, které je doprovázené zvýšenou bederní lordózou. Příčiny jsou shodné jako o hyperlordózy bederní páteře (Levitová a kol., 2016).

Obrázek 2 - Antverze pánve



(Zdroj: www.antmann.cz, 2019-01-24)

- Horní zkřížený syndrom (HZS) je projevem svalových dysbalancí v oblasti hlavy, krční páteře, horní části trupu a pletence ramenního. V tomto syndromu jsou zkrácené svaly m. trapzius pars descendens, zdvihače lopatky m. levator scapulae, kývače hlavy m. sternocleidomastoideus, krční části vzpřimovače páteře m. erector spinae pars cervicis a na části prsních svalů m. pectoralis major, m. pectoralis minor. Na druhou stranu zde máme svaly ochablé, dlouhý sval hlavy m. longus capiti a dlouhý sval krku m. longus colli. K dolním fixátorům lopatek patří střední a dolní část trapézového svalu pars ascendens et transversa m. trapezius, rombické svaly mm. rhomboidei a pilovitý sval přední m. serratus anterior (Kolář a kol., 2010). HZS je provázen výraznou změnou statických i dynamických pohybových stereotypů. Následkem toho syndromu je předsunutá držení hlavy, která spolu se zvýšeným napětím šíjových svalů vede k hyperlordóze krční páteře, elevaci i protrakci ramen a hrudní hyperkyfóze páteře (Levitová a kol., 2016). HZS je provázen významnou změnou statických i dynamických pohybových stereotypů. Dochází k předsunutí hlavy s přetížením krčně-hlavového a krčně-hrudního přechodu, krční hyperlordóze dopomáhá zkrácený trapézový sval, jeho horní vlákna. Toto postavení hlavy je důsledkem tzv. gotických ramen a elevace pletence ramenního. Souhrnné označení pro tyto rysy je cervikokraniální nebo cervikobrachiální syndrom. Dlouhé působení přetěžovaných svalů způsobuje degenerativní změny v pohybovém aparátu člověka (Dostupné z: <https://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/ztv/pages/05-oslabeni-pohyb-text.html> 2019-01-24).

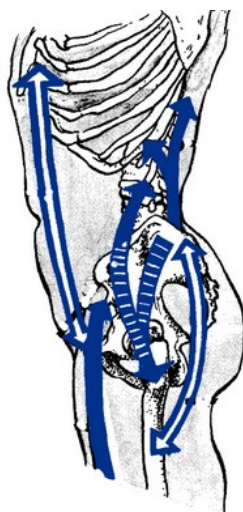


(Zdroj: www.is.muni.cz, 2019-01-24)

- Dolní zkřížený syndrom (DZS) se projevuje nerovnováhou v oblasti dolní části trupu, pánve, bederní páteře a kyčlí. Ke zkracování dochází u vzpřimovačů páteře v oblasti bederní m. erector spinae pars lumbalis, m. quadratus lumborum a flexory kyčelního kloubu m. iliopsoas, m. rectus femoris a m. tensor fasciae latae. Svaly v oblasti břicha, hýždí a svaly HSS naopak ochabují, a to konkrétně m. rectus abdominis, m. obliquus externus abdominis, m. obliquus internus abdominis, m. gluteus maximus, medius a minimus, m. transversus abdominis, mm. multifidi, diaphragma pelvis, m. diaphragma (Levitová a kol., 2016). U DZS dochází ke zkrácení přímého stehenního svalu, napínače stehenní povázky, bedrokyčelního svalu a vzpřimovačů trupu. V tomto případě je zde velmi obtížně aktivovat pánevní dno a dolní břišní svalstvo. Stejně tak jsou zkracovány zadní okraje meziobratlových plotének a kyčelních kloubů. Touto dysbalancí se následně prohlubuje bederní lordóza (Kolář a kol., 2009). Tato dysbalance vede k změně statických i dynamických poměrů. Vzniká antverze pánve a dochází k flekčnímu postavení v kyčelních kloubech a ke zvýšené lordóze v lumbosakrálním přechodu. Finálním následkem může být i přebudování přirozeného stereotypu kroku (Dostupné z: <https://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/ztv/pages/05-oslabeni-pohyb-text.html> 2019-01-24). Následkem je výrazná antverze pánve, hyperlordóza bederní páteře, flekční postavení kyčelních kloubů, posunutí těžiště těla vpřed a špatně fixované pohybové návyky. DZS může přerůst i v následky patologicky trvalé (Kolář a kol., 2016). Bursová (2005) uvádí jako negativní důsledek svalových

dysbalancí a syndromů zvýšení rizika vzniku úrazů a neekonomický a neefektivní tréninkový proces s omezeným sportovním výkonem.

Obrázek 4 - Dolní zkřížený syndrom



(Zdroj: www.is.muni.cz, 2019-01-24)

- Vrstvový syndrom zahrnuje svalové dysbalance horního i dolního zkříženého syndromu. Vyznačuje se střídáním oblastí zkrácených a oslabených svalů. Na dorzální straně těla jsou zkrácené ohybače kolenních kloubů, ty následují oslabené hýžďové svaly a vzpřimovače páteře v bederní oblasti, zkráceny jsou i vzpřimovače páteře v hrudní oblasti. Nad nimi ochabují dolní fixátory lopatek a oproti tomu jsou zkráceny horní fixátory lopatek. Na ventrální straně se nacházejí zkrácené svaly kyčelních kloubů, ochablé přímé břišní svalstvo, zkrácené prsní svaly a kývač hlavy (Levitová a kol., 2016).

2.3 Nejčtenější florbalová zranění

Úrazem rozumíme zevní událost působící na organismus náhle nebo poměrně krátkou dobu v určitém čase, mající za následek poruchu zdraví postižené osoby (Nápravník, 1988). Úraz je porucha zdraví způsobená náhle, jehož lékařským synonymem je slovo trauma (Máček a Radvanský, 2011). Úraz Pilný a kol. (2007) vysvětluje jako reakci organismu na nepřiměřený podmět.

2.3.1 Příčiny zranění

Na vzniku, zranění má vliv celá řada faktorů, které se vzájemně prolínají. Řadu z nich může sportovec ovlivnit, u některých může snížit jejich vliv a některé jsou neovlivnitelné (Pilný a kol., 2007). Máček a Radvanský (2011) definují úraz jako zevní událost působící na organismus náhle nebo poměrně krátkou dobu a mající za následek poruchu zdraví.

Pilný a kol. (2017) řadí příčiny do šesti skupin:

- 1) První skupinu tvoří osobní vlastnosti sportovce. Do této skupiny zařazujeme antropologické vlastnosti sportovce, jako je stavba kostí, svalů, kvalita vazivového aparátu a další faktory. Některé vlastnosti neovlivníme, ale jiné je možné ovlivnit výběrem sportu či správnou formou tréninku.
- 2) Druhá skupina příčin vzniku úrazů je vlivem druhé osoby. Do této skupiny je třeba zařadit vliv trenéra či cvičitele, ale i rodičů, kteří někdy neodhadnou schopnosti a stav trénovanosti sportovce, jeho fyzický a myšlenkový rozvoj. Ve většině případů jde pak o zavinění úrazu protihráčem.
- 3) Třetí skupinu je možné charakterizovat jako objektivní příčiny vyplývající z daného sportovního odvětví. Některé sporty svým charakterem inklinují ke vzniku určitého druhu úrazu. Například při florbale, kdy při tréninku brankářských přesunů za pomoci skoku a následného neřízeného dopadu může trenér včasné a účinně reagovat radou a změnit dané přeskoky na přesuny.
- 4) Čtvrtá skupina, která má výrazný vliv na výkonnost a vznik úrazu, zahrnuje klimatické a hygienické podmínky. Vliv klimatu je u některých sportů rozhodujícím pro dosažení cíle. U hráčů florbalu se s těmito podmínkami příliš neseťkáváme.
- 5) Do páté skupiny řadíme vliv technického vybavení. Do této skupiny zařazujeme výzbroj a výstroj sportovců, používané nářadí, ochranná zařízení a pomůcky, které mají zabránit vzniku úrazu. Je neoddiskutovatelné, že rozvojem sportů se vyvíjejí používané ochranné pomůcky, které brání vzniku úrazu. Ale zároveň se sporty rozvojem stejných technologií zrychlují, nebo sportovci provádějí výkony na hranici svých možností.

- 6) Šestou a poslední skupinou, která má vliv na vznik úrazu, je organizační činitel. Do této skupiny se zařazuje vhodné uspořádání závodů, tréninků. Ale je nutné zařadit sem i vliv přesunů, což v současném období globalizace má vliv zásadní. Organizace tréninků je jedním ze základních faktorů pro vznik úrazů a poškození pohybového ústrojí z přetěžování.

Máček a Radvanský (2011) příčiny zranění dělí takto:

- 1) Vina druhé osoby – Charakterizují jako úraz způsobený střetem, soubojem s druhou osobou, tím se má na mysli soupeř, protihráč, spoluhráč, rozhodčí, divák, nebo jakákoliv jiná osoba, která se situace ne vždy účastní.
- 2) Klimatické podmínky – Myšleno je tím teplota ovzduší, vlhkost, povětrnostní podmínky nebo změna počasí pro outdoorové sporty.
- 3) Další vnější faktory – Mohou výrazně ovlivňovat přímo i nepřímo výkon a vznik úrazu. Jedná se nejen o bezprostřední změny vyvolané zvukovým či světelným signálem.
- 4) Výstroj a výzbroj – Jeden z klíčových faktorů příčiny zranění. Zároveň je to faktor, který lze velice snadno ovlivnit volbou vhodné výstroje a výzbroje, jako je například vhodné obutí, správné vybavení a ochrana klíčových partií pro daný sport. Tuto stránku si především uvědomují profesionální/vrcholoví sportovci.
- 5) Povrch cvičební plochy – Faktor, který se vyskytuje nejen v oblasti prevence úrazů, ale také i při ovlivňování vlastní sportovní výkonnosti.
- 6) Nedostatečná či nesprávná příprava – Zde se mluví o chybách způsobených špatným rozcvičením a chybách tréninkového procesu, jako je nedostatečná kompenzace, nebo uni-laterální přetěžování pohybového systému.
- 7) Vlastní neopatrnost a nekázeň cvičence – Jedna z častých příčin úrazu, které vznikají z důvodů nedodržování pravidel a metodického postupu, porušení životosprávy ať už špatným stravováním, požitím alkoholu před výkonem, nebo nedostatečnou regenerací. V neposlední řadě je zde pak faktor přecenění vlastní výkonnosti a pohybových dovedností, které jsou typické pro mladé sportovce, ale častěji se zde setkáváme i s případy seniorských jedinců.

Skružný (2005) uvádí jako nejčastější příčinu úrazu v kolektivních sportech druhou osobu. Je zde značný nedostatek techniky a pohybu, či kondice u hráčů, kteří svou agresivní hrou tělem ohrožují protihráče, někdy až za hranicí pravidel. Velkou

část viny vidí v tom, že trenéři v mládežnických kategoriích nejsou dostatečně důslední, a ne vždy vychovávají své svěřence k fair play.

2.3.2 Druhy zranění

Zranění dělíme do mnoha skupin dle jejich závažnosti a na jakém segmentu těla se stala. V této kapitole jsem udělal krátký výčet zranění svalů, šlach, kloubů, vazů, zranění okostice a kostí pohybového systému. Dále zde zmíním zranění, která se nejčastěji vyskytují u hráčů florbalu.

2.3.2.1 Zranění svalů a šlach

Při těchto zranění nejde sice o zranění kostí či kloubů, ale je provázeno výraznou bolestí. Nastává například při rychlé změně směru či při prudkém propnutí kloubu nebo neustálým namáháním vazů a šlach (Pilný a kol., 2007).

Příčinou svalové práce při výkonu svalu, který není uveden do provozní teploty a připraven na zatěžování, může dojít k jeho zranění. Dochází k tomu nejčastěji u jedinců, kteří nemají sval dostatečně zahřátý, protažený a je u něj absence zásobních látek. Svalová soustava může být rovněž poraněna přímým kontaktem (úder, kop, styk s jiným tělesem). Nejen z těchto důvodů dochází k poškození svalových vláken, a to konkrétně k natržení nebo přetržení (Moster, 2007).

Zdravá šlacha může být poraněna pouze přímým kontaktem. Při četných, opakujících se drobných zranění, při sportovních úrazech vznikají na šlaše drobná poškození, která se zotavují v méně kvalitní jizvu a vzniká tak mikrotrauma. Zde pak dochází k většímu procentuálnímu riziku přetržení takovéto šlachy i při běžných činnostech (Moster, 2007).

2.3.2.2 Zranění okostice a kostí

Nejčastější důvody můžeme nalézt v přímém působení síly na kost, například pád, naražení, souboj, přišlápnutí protihráčem, srážka s jiným tělesem nebo protihráčem i spoluhráčem. Poraněné místo je z velké části zdeformované, bolestivé a velmi specificky až nepřírozně se pohybuje. Zlomeniny dělíme na zlomeniny otevřené a zlomeniny uzavřené (Nápravník, 1988).

Zánět povázky chodidla vzniká kvůli přetížení měkkých struktur v chodidle, nejčastěji vaziva. Zde dochází k lokálnímu otoku a zánětu povázky z nedostatečného prokrvení oblasti v důsledku mikro-útlaku cévek v okolí (Dungl, 2014).

Nejčastější příčinou tohoto typu zranění je přímý úder na nechráněnou část kosti. Konkrétním příkladem nám může být kost holenní v bérce, konkrétně její margo anterior. Zranění kosti dle Mostera (2007) dělíme podle porušení struktury kosti, dislokace, lomných ploch, zranění měkkých tkání, časového faktoru vzniku a příčiny vzniku. Pilný a kol. (2007) dále uvádí únavovou zlomeninu, která je zapříčiněná dlouhodobým přetěžováním, na což není daný jedinec adaptován.

U zranění okostice lze také mluvit o zánětu. Ten se objevuje především při zátěži a při tlaku na postižené místo. Jedním z příznaků je i otok nebo omezení hybnosti. Bolest je typická pro mladé začínající sportovce v horní třetině kosti na jejím vnitřním okraji. Zánět okostice je charakteristický svým chronickým průběhem, který má významný negativní dopad na kariéru vrcholového sportovce, kterého zánět okostice vyřadí na delší dobu z tréninkového, či závodního cyklu (Dungl, 2014).

2.3.2.3 Zranění vazů a kloubů pohybového systému

Jedním z mechanik zranění může být tzv. luxace (vykloubení). Ta nastane, když se hlavice kloubu dostane mimo kloubní jamku. Končetina je v nepřírozné poloze a příznakem je výrazná bolest a nauzea. Luxace kloubu je samo o sobě bolestivé zranění, které může být doprovázeno natržením či přetržením přilehlých vazů. Toto zranění je charakteristické při rychlé změně směru, prudkém propnutí kloubu, nebo dlouhodobým přetěžováním (Dungl, 2014).

Dle Parchimowicze a kol. (2017) je kloub v oblasti sportovní traumatologie nejčastěji poraněnou oblastí pohybového systému, přičemž dopad násilí na kloub je přímý. Nejčastěji bývá poraněné kloubní pouzdro. Nepřiměřeným pohybem se pouzdro napíná. Vzniká distenze kloubního pouzdra a postranních vazů, které kloub stabilizují. Ke zranění vazů kolene dochází násilnou abdukci a zevní rotací bérce. Hrozbou po nesprávném zhojení či nezhojení vazivových zranění je chronická nestabilita kolene. Funkční nestabilita kolene vede k tzv. „vypadávání kolene“ (Giving way). Na základě tohoto fenoménu mohou být postupně traumatizovány menisky, chrupavky a může docházet k artrotickým změnám (Valenta, 2007; Dungal, 2014).

Kromě vazů v kolenu může být traumatizován i meniskus, a to především vnitřní (Valenta, 2007). Ponechaný poškozený meniskus v kloubu poruší časem kloubní chrupavku, poškodí vazy, a stav vede k degenerativnímu kloubnímu onemocnění (artróze) (Moster, 2007).

2.3.3 Zranění vyskytující se u hráčů a hráček florbalu

Florbal můžeme jednoznačně zařadit mezi kontaktní sporty, který je spojen s náhlým zrychlením, zpomalením, zastavením, změnami směru, kontrolovanými, ale i nekontrolovanými kontakty nebo kontakty s herní plochou či brankou a v neposlední řadě údery holemi nebo míčkem (Leppanen a kol., 2015).

Nejčastější florbalová zranění se rozdělují na akutní a chronická. Mezi akutní řadíme podvrtnutí hlezenního nebo kolenního kloubu, zranění menisků, natažení nebo přetržení vazů, zlomené nebo naražené prsty, natažené nebo natržené svaly a vazy, tupá zranění břicha, otřes mozku a zranění oka. Mezi chronické patří bolesti bederní páteře, záněty například ramenního kloubu nebo zápěstí (Kysel, 2010).

Studie Leppanena a kol. (2015) se zaměřila na zjištění výskytu a charakteristiky zranění během 12 turnajů Mezinárodní florbalové federace IFF. Výsledky této studie, které obsahovaly 194 hráčů florbalu, nám poukazují na zranění vazů a kloubů téměř u 50 % zranění (přesně 46 %). Jako nejčastější zranění uvádí studie spodní část zad a oblast pánve (39 %), poté kolena (34 %), následně zranění kotníku (24 %).

Podle studie Passanen a kol. (2008) je nejčastějším zraněním u hráček florbalu zranění kloubu. Ze 172 hráček bylo prokázáno 70 % zranění traumatického původu, zbylých 30% zranění bylo z přetržení vazů. Ne zcela všechna zranění se přivodila během zápasu, a to přesně 52 %, zbylých 47 % se stalo během tréninku, 1 % mimo organizované činnosti klubu nebo federace, ale stále při florbalu. Nejčastější oblastí úrazu byl kolenní kloub, následovaný kloubem hlezenním, dále pak stehna, záda, bérce, nebo hlava. Traumatické zranění bylo 29 % u hlezenního kloubu a 28 % u kolenního kloubu. Z přetížení bylo zranění kolenního kloubu u 27 %, bérce 22 % a v oblasti zad 14 %.

Další studie Pasanen a kol. (2008) poukazuje na problematiku snížení úrazovosti hlezenních a kolenních kloubů při využití neuromuskulárního tréninku. 457 hráček Finské ligy se rozdělilo do dvou skupin. Intervenční skupina (256 hráček) a kontrolní skupina (206) hráček. 72 akutních úrazů bylo zaviněno bezkontaktním způsobem (20 u intervenované skupiny, 52 u kontrolní skupiny). 87 případů zranění v oblasti dolních končetin z intervenované skupiny a 102 případů z kontrolní skupiny. Cílem neuromuskulárního tréninku bylo zlepšit stabilitu a HSS, především v oblasti zad a DK. Výsledkem této studie pak bylo, že neuromuskulární trénink snížil úrazovost v oblasti dolních končetin o 66 % u bezkontaktních úrazů, přičemž největší dopad měl trénink v oblasti hlezenního kloubu.

Snellman a kol. (2001) provedli roční studii, kde zkoumali sportovní úrazy ve florbalu (období 1997-1998). Sledovali celkem 395 hráčů a hráček nejvyšších finských mužských, ženských a juniorských soutěží. Studie byla formou dotazníku, kde dotazník mimo jiné obsahoval především otázku ohledně předchozích úrazů způsobených tréninkem či hrou florbalu. Následně měli probandi úraz ohodnotit do čtyř kategorií, přičemž první kategorie neomezovala žádnou sportovní aktivitu a čtvrtá kategorie, která výrazně omezovala další sportovní aktivitu, nebo i běžné denní činnosti. Dále úrazy dělili dle příčin na akutní traumatické nebo z dlouhodobého přetěžování. 100 hráčů (celkový počet 295) utrpělo 120 úrazů. Gendrově rozděleno na 73 mužů (37 %) a 27 žen (28 %), kteří si způsobili nějaký úraz ve florbalu. Závažnost úrazů pak byla na straně akutního traumatu, celkem 100 případů (3 %) a 20 úrazů z přetěžování (17 %). Zajímavý je i výsledek příčin úrazů. Z celkového počtu (395) bylo 21 % zaviněno srážkou s protihráčem, 12 % úderem hole. 48 % úrazů se stalo během soutěžních utkání,

38 % během florbalového tréninku a 14 % úrazů se stalo mimo organizovanou florbalovou činnost.

Spousta hráčů a hráček florbalu na všech úrovních, používá jako pasivní prevenci proti distorzím kloubní ortézy. K distorzi dojde po špatném došlapu, v lehkém případě dojde pouze o mírné mikrotrauma, v horších a těžších úrazech pak u jedince dochází k natržení, nebo úplnému přetržení, ruptuře, vazů. Poraněné místo je pak typické velkým otokem a stává se citlivým, bolestivým, v místě úrazu. Dalším častým zraněním při florbalu jsou naraženiny, v horším případě zlomeniny kostí. Tato zranění jsou doprovázena silnou bolestí a vyžadují patřičnou péči jako ledování, a v případě nejvyšší potřeby i fixaci. Rozdíl mezi naraženinou a zlomeninou nám definitivně odhalí pouze rentgenový snímek (Kysel, 2010).

Riziková místa při dynamickém sportu, který je charakteristický prudkými změnami směru, jsou téměř všechny svalové tkáně. Nejzranitelnější bývají kloubní struktury a samotné kosti, které jsou velmi adaptabilní na okolní podnět, je tedy možné jejich pevnost zbytnit za pomoci cíleného tréninku. Sportovní trénink a zátěž dále nese i riziko z dlouhodobého hlediska přetrénování a přetížení, jedná se tedy o úrazy únavové (Pilný a kol., 2007).

2.4 Diagnostické postupy

V této kapitole se pokusím přiblížit diagnostické postupy, které jsem použil v mém výzkumu a budu je konfrontovat s literaturou. Nastíním parametry přístrojů, které byly využity v mém výzkumu a stručně charakterizují jejich funkci a přínos.

2.4.1 Bioimpedanční metoda (BIA)

BIA je neinvazivní, bezpečná, rychlá metoda odhadu tělesného složení. Využití můžeme nalézt nejen v laboratořích, ale i v terénních podmínkách (Riegerová a kol., 2006).

Biologové a lékaři se ve výzkumech a klinické praxi již dlouho zabývají problematikou vlastností živých tkání v souvislosti s elektrickými aktivitami v těle a následného využití do praxe v oblasti diagnostiky. Výhody BIA jsou patrné na první pohled, je to metoda časově nenáročná, neinvazivní a lze ji použít i v terénních podmínkách. Stanovuje nám konkrétní parametry, tělesné složení, dysbalance. Její funkčnost spočívá v působení různého vysokofrekvenčního střídavého proudu. BIA nám neměří tělesné složení, ale odbor našeho těla, rozdělení tukuprosté hmoty a aktivní svalové hmoty. V lidském těle je elektrická vodivost závislá na rozdělení iontů a vody (Norgan, 2005). Havlíčková (2003) doporučuje pro měření proud 800 mA o frekvenci 50kHz.

Na použití těchto parametrů proudu a frekvenci se shoduje i Všetulová a Bunc (2004), kteří tvrdí, že BIA je v současné době široce používaná. Jde o neinvazivní metodu měření tukové hmoty a vody v těle založenou na měření odporu. Proud má přibližně 800 mA. BIA je založena na šíření střídavého proudu nízké intenzity biologickými strukturami při využití většího počtu frekvencí od 0 do cca 100 kHz. Princip metodiky je založen na odlišných elektrických vlastnostech tkání, tuků, a hlavně tělesné vody. Spočívá v tom, že tukuprostá hmota, obsahující vysoký podíl vody a elektrolytů, je dobrým vodičem proudu, zatímco tuková tkáň se chová jako izolátor a špatný vodič (Chumlea, 1994).

Mondok (2015) ve své práci zmiňuje, že BIA vychází z předpokladu, že elektrický proud, který vede tělem člověka, prochází lépe tkání, která obsahuje vyšší množství tekutiny. Lze tedy tvrdit, svalová hmota vede lépe elektrický proud než hmota tuková. Dalším klíčovým faktorem je množství vody v těle, výsledný odpor prostředí je pak přítomností vody ovlivněn.

Malá a kol. (2014) vysvětluje BIA zcela jednoznačně a shoduje se s Mondokem a Norganem. BIA je terénní neinvazivní metoda, která je rozšířena po celém světě. Funkčnost BIA spočívá ve vedení slabého střídavého elektrického proudu o nízké intenzitě a různé frekvenci v těle probanda. V měření se používá i různých odporů jednotlivých tkání, které slouží jako vodiče nebo izolanty. Potvrzuje i tvrzení, že tukuprostá hmota má nízkou elektrickou vodivost, a proto působí jako izolant, zatímco hmota svalová má elektrickou vodivost vyšší.

Heller a Vodička (2011) potvrzují, že BIA pracuje na přenášení střídavého proudu o nízké intenzitě napříč biologickými strukturami, podmínkou jsou různé frekvence v rozmezí od 1kHz do 1000 kHz. Metoda využívá odlišné elektrické vlastnosti tkání. ATH obsahuje významný poměr vody a elektrolytů, je tedy vhodným přenašečem proudu. FM vodi špatně a chová se jako kvalitní izolant. Z poměru ECM a BCM lze predikovat předpoklady pro zdatnosti a aerobní výkony. Od poměru lze odvodit i předpoklady ke sportovní zdatnosti jedince (Bunc, 2000).

K určení extra a intracelulárních objemových složek vody je zapotřebí multifunkční přístroj, který nám umožní měřit kapacitní i odporovou složku v celkovém složení těla. Vodivost těla je v úzké souvislosti k objemu aktivní hmoty v těle (Riegrová, 2002).

Nadměrný příjem tuku má však na naše tělo negativní vliv. Může se totiž podílet na problémech kardiovaskulárního systému, nebo vést ke vzniku obezity a cukrovky. V dalších rovinách pak může být tuk indikátorem pro sníženou aktivní tělesnou hmotu a fyzickou kondici. V důsledku toho pak dochází ke snížení ovládnutí pohybových dovedností během zatížení a únavy, zvyšuje se tedy i riziko zranění. Proto je důležité, aby byl tělesný tuk u sportovců důsledněji kontrolován (Zvonař a kol., 2011).

Aktivní tělesná hmota je u dospělých složena z 60 % svalstvem, z 25 % kostní a vazivovou tkání z 15 % z vnitřních orgánů. Z hlediska diagnostiky, prevence nebo i intervence nás zajímá podíl svalové hmoty na celkové hmotnosti těla. V tomto případě jde o parametr, který nám ukazuje základní předpoklad sportovce pro provádění sportu a jeho následné působení v něm. Pokud by sportovec nedosahoval významného podílu ATH vzhledem ke své hmotnosti, nemá primární předpoklady pro sport a může u něj v budoucnu dojít k významnému zranění (Grausgruber a kol., 2008).



(Zdroj: www.hsport.cz, 2019-01-17)

2.4.2 Dynamická plantografie – Tlaková deska Footscan

Dynamická plantografie či podografie patří mezi moderní neinvazní vyšetřovací metody. Ve výsledku jde o měření rozložení tlaků pod ploskou pomocí tlakové plošiny. Nejběžnějšími testy jsou chůze a modifikované stoje. Měření je závislé na faktorech času, jež nám vymezuje dobu chůze nebo měřeného stoje. Velice hojně ji užívají lékaři v medicínských kruzích jako je ortopedie, rehabilitace, sportovní lékařství, revmatologie, protetika, ortotika, neurologie i diabetologie (Dostupné z: <http://www.rsscans.com/>, cit. 2019-01-17).

Dynamická plantografie je vyšetřovací metoda chůze, nebo modifikovaných stojů, u které se pomocí tlakové desky měří rozložení tlaku pod ploskou. Název je odvozen od probíhajícího měření v určitém čase a dochází přitom ke změnám hodnot sledovaných parametrů. Ani vzpřímený stoj není jen statická poloha. Největší uplatnění dynamický plantograf nachází v medicínských oborech jako je ortopedie, neurologie, rehabilitace, protetika, ortotika, sportovní lékařství či sportovním tréninku (Dostupné z: <http://www.biomechanikapohybu.upol.cz/>, cit. 2019-01-17).

U tlakové desky Footscan je zapotřebí rozlišit parametry hardwaru a softwaru. Hardwarem je snímač v provedení pevné desky, který umožní kvalitní vyhodnocení. Měřicí plošina má plochu o rozměru délky 0,5 m, 1 m, nebo 2 m a šířce přibližně 0,4m, která přibližně obsahuje 16 384 odporových senzorů. Data snímají frekvenci až 500 Hz. Tato data zpracovává počítačový software. Výsledkem jsou 2 D grafy s tabulkou znázorňující rozložení tlaku pod ploškou, ale i další odvozené parametry (Dostupné z: <http://www.rsscan.com/>, cit. 2019-01-17; Dostupné z: <http://www.biomechanikapohybu.upol.cz/>, cit. 2019-01-17).

Posturální stabilita zahrnuje schopnost udržet rovnováhu v gravitačním poli Země. Horak (1987) ve své studii uvádí důležité neurofyziologické a klinické úvahy pro rozvoj objektivizace měřicích nástrojů pro posouzení posturální stability u dospělých. Objektivní hodnocení kvality posturální stability je velice obtížné, a to hned z několika důvodů, kdy člověk může zaujímat nespočetně rovnovážných pozic, jednou z nich je pak vzpřímený bipedální stoj. Ve své práci také hodnotí jednotlivé složky posturálního řízení.

Statická počítačová posturografie bývá někdy považována za objektivizaci Rombergova testu. Cílem měření je zaznamenávat pohyby těla testovaných osob ve vzpřímeném stoji (Kapteyn, 1983). Zakládá se na měření výkyvů souřadnic center of force (COF) a COP během stoji probanda. Měrná deska je propojena s počítačem, který za pomoci softwaru zaznamenává, analyzuje a zpracovává data (Vařeka, 2002).

Tato objektivizační metoda, jejíž výsledky je možno dokumentovat graficky a numericky, umožňuje přesnější hodnocení rovnováhy, porovnávání a archivaci výsledků. Tato metoda zkoumá součinnost zrakové, vestibulární a svalové soustavy, umožňuje ale také provádět rehabilitaci podle speciálních programů zohledňujících individuální zvláštnosti, charakter a stupeň rozvoje onemocnění (Palivcová, 2016).

Z výše zmíněné literatury a publikací autorů nám vychází fakt, že měření posturální stability nám může sloužit jako prvotní indikátor ke vzniku zranění. Významně vyšší výsledky v testech, tedy nerovnováha, spouští řetězec poruch, dysbalancí a různých syndromů, které mohou vést ke zranění.

Vaidová a kol. (2012) došli k závěru, že činnost posturálních svalů není pouze v zajištění rovnováhy těla. Dále doplňují, že stabilita je stěžejní v soubojích o míč, bez míče, sprintech, náhlých změnách směru nebo při rozdílně vynaložené síle v době střely

či přihrávky. Tento fakt lze bez větších problémů aplikovat i do jiných sportovních her, například florbalu.

Obrázek 6 - Tlaková deska Footscan



(Zdroj: www.ftvs.cuni.cz, 2019-01-17)

2.4.3 Silová deska Kistler

Pro měření explozivní síly dolních končetin a tlakového působení na podložku jsou používány charakteristické přístroje pro měření. V našem případě se jedná o silovou desku Kistler (Medtec, Itálie), (Regál, 2018). Silová deska Kistler se skládá z pevné kovové desky, pod kterou jsou umístěny snímače, které vyhodnocují velikost a směr silového působení na kovovou desku, a to dle nastavení buď ve dvou osách nebo třech osách (Gryc, 2008). Spolehlivost měření je zajištěna pieoelektrickými senzory, které mají vysokou frekvenci snímání. Citlivost těchto senzorů nám umožňuje hodnotit i časoprostorové parametry rovnovážných poloh. Široké využití této metody nalezneme v různých biomedicinských a dalších oborech, kterými jsou například ortopedie, neurologie, rehabilitace, protetika, ortotika, sportovní lékařství či sportovním tréninku. Veliký význam má pro korekci pohybu ve sportovní a rehabilitační praxi. (Dostupné z: <https://www.ftvs.cuni.cz/FTVS-1049.html>, cit. 2019-01-19).

Posturální stabilita zajišťuje udržení zaujaté polohy jednotlivých segmentů těla za pomoci kontinuálního vyvažování dané polohy a balancováním kolem středu těla. Při správné funkci zajišťuje také rovnoměrné zatížení kloubů, aby nedocházelo k nežádoucímu přetěžování spojeným s předčasnou degenerací kloubní chrupavky. Systém, který uvádí danou polohu, do kontroly probíhá podvědomě, avšak při náhlé, nebo i nezamýšlené změně podmínek či pohybu okamžitě vstupuje do vědomého ovládní, reakce. Nastane-li nerovnováha mezi pohybem a posturální stabilitou, dochází ke zhoršení pohybového efektu, v horším případě až ke vzniku funkčních nebo strukturálních poruch pohybového aparátu (Véle, 2006).

Jednou z možností, jak zjistit bilaterální asymetrii, je právě test na silových deskách, který nám prokazatelně ukáže reakci posturálního systému a zatížení antagonistů a agonistů.

Obrázek 7 - Silová deska Kistler



(Zdroj: www.ftvs.cuni.cz, 2019-01-19)

2.4.4 Cybex Humac Norm

Měření svalové síly je jedním ze základních nástrojů řízení a kontroly tréninkových jednotek. Přístroj Cybex Humac Norm je využíván primárně jako izokinetický dynamometr k hodnocení svalového výkonu k posouzení funkční asymetrie, dále se dá využít i k měření síly izometrické, izotonické a pasivní. Toto zařízení nezaznamenává jen maximální a průměrný svalový výkon, ale i průběh síly v čase, což je parametr, kterým lze hodnotit výbušnou/explozivní svalovou sílu. (Dostupné z: <https://www.ftvs.cuni.cz/FTVS-996.html>, cit. 2019-01-24).

Svalová síla je dle Blahušové (1995) schopnost vydat maximální sílu proti odporu, významná je pak pro ni vysoká intenzita a krátká doba trvání výkonu. Zatsiorsky (2016) píše o svalové síle jako o schopnosti překonat vnější odpor, nebo proti němu působit a tím rozvíjet maximální sílu. Sílu svalových skupin měříme za pomoci siloměrů (dynamometrů) a je zaznamenána v jednotkách kg/cm², nebo v newtonech (Seliger a kol., 1983).

Hodnocení svalové síly jsme prováděli za pomoci izokinetického dynamometru Cybex Human Norm. Nastavení přístroje lze provádět v různých rychlostech a době zatížení. Naším cílem bylo otestování flexe a extenze kolenních kloubů. Posuzovali jsme maximální i průměrný výkon z hlediska svalové práce, ale i charakteristiku síly z hlediska času. Zde jsme chtěli poukázat na nevyváženost sil mezi agonisty a antagonisty, unilaterální zatížení a nerovnováhu bilaterární, tedy symetrie pravolevé. Tento přístroj slouží především jako preventivní ukazatel svalových dysbalancí. (Dostupné z: <https://www.ftvs.cuni.cz/FTVS-996.html>, cit. 2019-01-24).

Mnoho autorů, kteří jsou spojeni se sportovní medicínou, se zabývalo problémem unilaterální asymetrie svalů v různých sportovních kategoriích. Silové charakteristiky u sportovců byly hodnoceny jak z hlediska unilaterálního, tak i bilaterálního a ve všech zmíněných případech byla použita izokinetická dynamometrie.

Vztahem mezi unilaterální asymetrií a zraněním v konkrétní oblasti kolenního kloubu se zabývali Orchard a kol. (1997). Na základě jejich výsledků v přípravném období, před začátkem hlavní části, lze vyčíst riziko mikrotraumatu flexorů kolenního kloubu. Během testovaného období, jedné fotbalové sezóny, z 37 profesionálních hráčů

florbalu prodělalo 6 fotbalistů zranění flexorů kolen. Právě zmíněné flexory kolene byly slabší v poměru k extenzorům kolene, ale také oproti druhostranné dolní končetině.

Croiser a kol. (2008) provedl studii s profesionálními fotbalisty. Z celkem 462 probandů prodělalo 35 zranění flexorů kolenního kloubu. Četnost svalových onemocnění byl statisticky významnější u jedinců s nekompenzovanými svalovými dysbalancemi v porovnání s jedinci, kterým při měření před začátkem sezóny nebyly dysbalance naměřeny. Následně se hráči s prodělanými svalovými zraněními podrobili intervenčnímu programu, který snížil jejich riziko výskytu zranění na úroveň srovnatelnou s probandi bez svalových dysbalancí.

Obrázek 8 - Cybex Humac Norm



(Zdroj: www.ftvs.cuni.cz, 2019-01-24)

3 Cíle, úkoly a metodika práce

3.1 Výzkumná otázka

Budou se parametry posturální stability, tělesného složení, svalové a explozivní síly v rámci florbalové sezóny mezi jednotlivými měřeními významně měnit?

3.2 Cíl práce

Cílem práce je zjistit, jaké období je v rámci florbalové sezóny zatíženo největší svalovou asymetrií z důvodu specifické zátěže, jakou florbal je.

3.3 Úkoly práce

- Za pomoci rešerše odborné zahraniční i tuzemské literatury sepsat dostupné poznatky o diagnostických postupech, zranění či funkční anatomii.
- Stanovit, vybrat diagnostické metody.
- Provést vstupní, dvě kontrolní a výstupní měření.
- Zpracovat a analyzovat data.
- Vyhodnotit a diskutovat výsledky.

3.4 Hypotézy

H₁: Výsledky rozložení svalové hmoty v segmentální analýze tělesného složení dolních končetin budou shodné v měření vstupním a výstupním.

H₂: Výsledky rozložení svalové hmoty v segmentální analýze tělesného složení dolních končetin a trupu ve druhém měření budou signifikantně vyšší než v měření třetím.

H₃: Úroveň posturální stability bude signifikantně vyšší v přípravném období než v ostatních částech sezóny.

H₄: Úroveň maximální svalové síly bude signifikantně vyšší v přípravném období než v ostatních částech sezóny.

H₅: Úroveň maximální explozivní síly bude signifikantně vyšší v období před play off než v ostatních částech sezóny.

3.6 Popis výzkumného souboru

Počáteční výzkumný soubor, který se účastnil vstupního měření, čítal $n = 18$ probandů ze dvou elitních florbalových klubů. Byli to muži starší 18. let. Všichni probandi jsou vrcholoví hráči klubů nejvyšších národních lig ve florbalu. Většina probandů měla za sebou bohatou florbalovou kariéru v nejvyšší tuzemské soutěži. Celkem $n = 10$ probandů se účastnilo reprezentačních zápasů, z toho 3 se dočkali angažmá v nejprestižnější florbalové lize světa Svenska superligan, další 2 pak působili v nejvyšší Swiss mobiliar league. V průběhu testování hráčů ze dvou klubů jsem do výsledků práce nakonec zahrnul probandy s finálním počtem 10 probandů. Chybějící data jsme za pomoci mnohonásobné imputace doplnili a pracovali jsme tedy s daty 18 probandů.

3.7 Průběh a organizace testování

Pro potřeby mé diplomové práce proběhlo testování v Laboratoři sportovní motoriky Fakulty tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy celkem čtyřikrát. Testování bylo rozloženo do tří období. Vstupní testování proběhlo na konci hlavní části, před play off. Dvě kontrolní měření proběhla na začátku letní přípravy a na podzim během sezóny. Výstupní měření proběhlo o rok později, taktéž na konci hlavní části, před play off. Na začátku testování probandi podepsali informovaný souhlas viz příloha č.2, který byl řádně schválen etickou komisí, jehož druhé vyhotovení jim bylo poskytnuto. Dále vyplnili protokol se základními údaji jako je věk, pohlaví a další. Výška a hmotnost jim byly změřeny na místě. Následovalo měření tělesného složení a posturální stability. Po měření posturální stability byl časový prostor pro důkladné rozcvičení a zapracování organismu pro další testy. Po rozcvičení byla testována explozivní síla formou výskoků a následně svalová síla za pomoci izokinetického dynamometru. Během testování jsem si ověřil metody a postupy, které jsem v diplomové práci aplikoval.

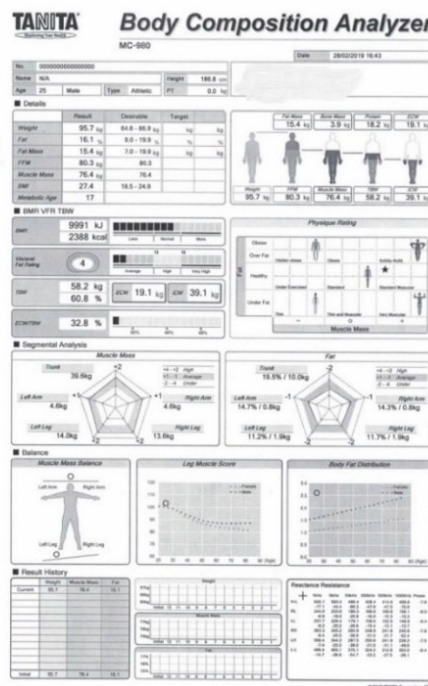
3.8 Použité metody a přístrojové vybavení

V mé práci jsem použil neinvazivní diagnostické postupy. A to konkrétně bioimpedanční metodu, test na footscanu, silových deskách kistler a izokinetickém dynamometru cybex.

3.9.1 Měření tělesného složení

Za pomoci multifrekvenčního bioimpedančního analyzátoru Tanita MC-980 MA jsem zjišťoval parametry tělesného složení. Konkrétně váhu, zastoupení tukuprosté tkáně a zastoupení svalové tkáně. Přístroj je určen k měření segmentálního zastoupení svalové hmoty. Sledované a hodnocené parametry odvozené z tukuprosté a svalové tkáně na pravé a levé horní končetině a levé a pravé dolní končetině. Měření bylo realizováno za pomoci 6 bodových elektrod, které využívají různé měřicí frekvence v intervalu 1 kHz - 1000 kHz. Hodnocené parametry jsou pak váha, množství aktivní svalové hmoty, procento tukové hmoty, množství tukové hmoty, svalová hmota horních a dolních končetin, trupu a jejich vzájemný pravolevý poměr.

Obrázek 9 - Protokol měření tělesného složení



(Zdroj: vlastní zdroj)

3.9.2 Měření posturální stability

Před prvním měřením bylo probandům vysvětleno a názorně předvedeno, jak bude vyšetření na tlakové desce Footscan vypadat. Probandi byli vyzváni ke vzpřímenému stoju s horními končetinami volně podél těla a pohled směřoval před sebe na vyznačené místo, značku. Při stoju se zavřenýma očima obličej rovněž směřoval přímo před sebe. Při testech na jedné noze byli probandi obeznámeni, že zvednutá noha je pokrčená v koleni a pata směřuje vzhůru ke stropu. Měření probíhalo v klidné místnosti laboratoře sportovní motoriky na FTVS UK. Během měření byl v místnosti naprostý klid, aby nedošlo k rozptýlení měřeného probanda a nechtěného zkreslení výsledků. Probandům byly vysvětleny čtyři typy testů:

- USOO – stoj s otevřenýma očima o úzké bázi,
- USZO – stoj se zavřenýma očima o úzké bázi,
- FLL – stoj na levé noze s otevřenýma očima,
- FLP – stoj na pravé noze s otevřenýma očima.

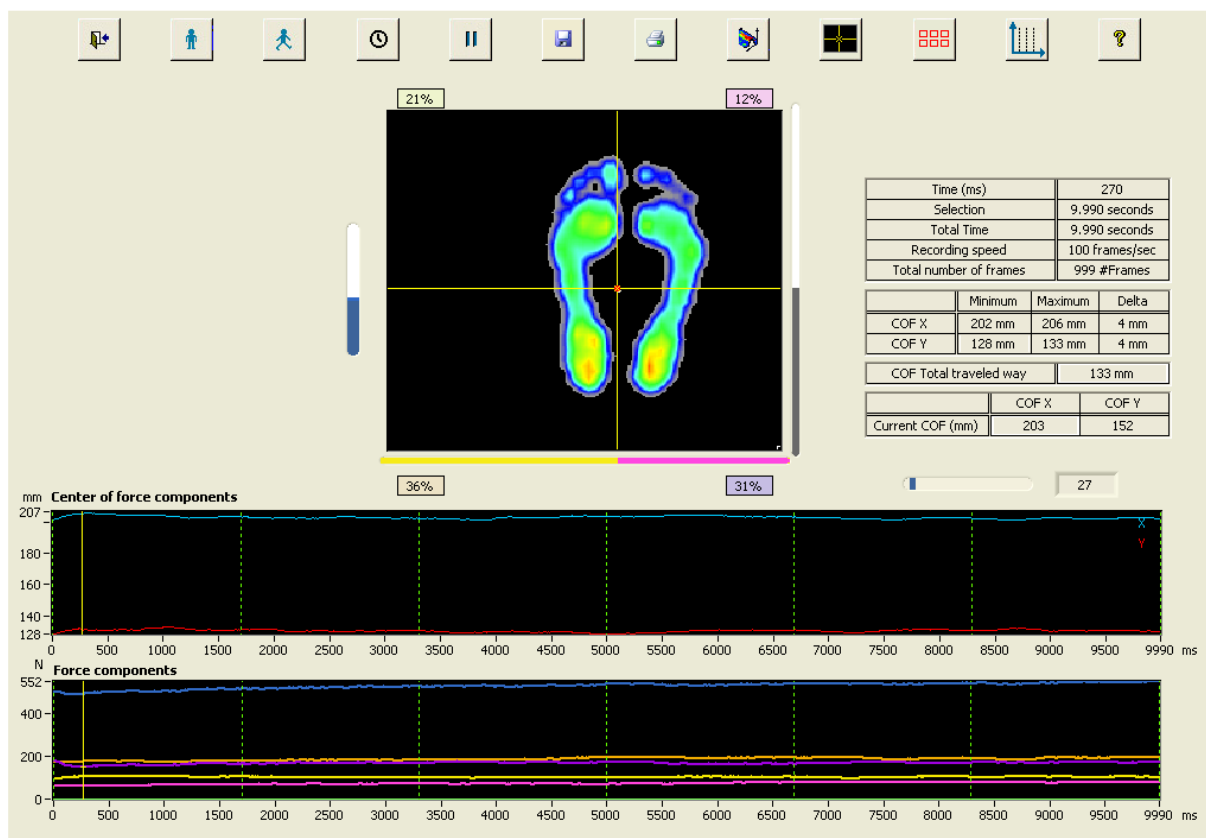
Stoj o úzké bázi je vymezen tak, aby se kotníky a kolena probanda nedotýkaly, ale přitom byla báze co možná nejužší.

Tabulka 1 - Statické testy posturální stability

Název testu	Značení testu	Délka testu (s)
Úzký stoj s otevřenýma očima	OSOO	30
Úzký stoj se zavřenýma očima	USZO	30
Stoj na levé DK	FLL	60
Stoj na pravé DK	FLP	60

Legenda: US-OO – úzký stoj s otevřenýma očima; US-ZO – úzký stoj se zavřenýma očima; FL-L – stoj na levé dolní končetině; FL-P stoj na pravé dolní končetině.

Obrázek 10 - Stability screen, stoj o úzké bázi



(Zdroj: Vlastní zdroj)

3.9.3 Měření explozivní síly DK

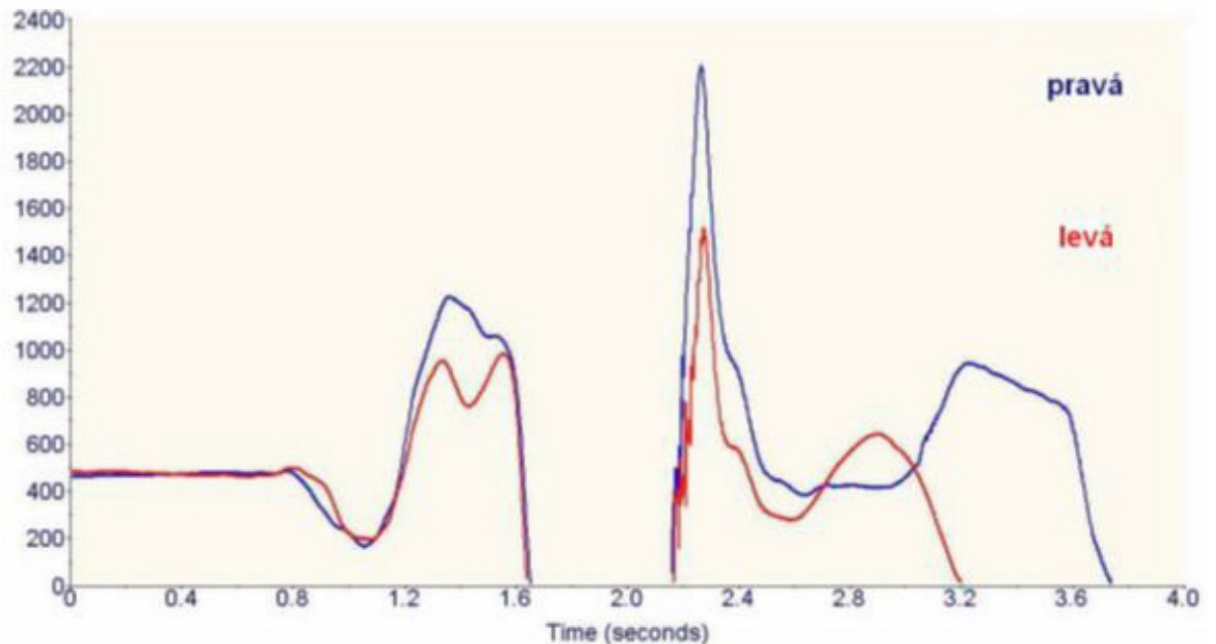
Vybraní probandi prováděli v rámci testové baterie tři různé typy vertikálních skoků.

- Vertikální výskok s pomocí horních končetin – Counter movement free arm jump (CMFJ).
- Vertikální výskok bez pomoci horních končetin, ruce v bok – Counter movement jump (CMJ).
- Vertikální výskok z podřepu – Squat jump (SQJ).

Všem probandům byl jasně vymezen a předveden každý typ skoku. Každý proband prováděl právě tři skoky od každého typu a zaznamenán byl vždy nejvyšší výsledek. Parametry pro mé testování, které byly hodnoceny, byly výška výskoku, relativní maximální síla při výskoku přepočítána na kg hmotnosti. Výsledek výskoku probanda byl naměřen ze vzletové fáze při odrazu. Relativní vynaložená síla byla

naměřena součtem silového působení na tlakové desky vydělená hmotností probanda v newtonech. Sekundárním parametrem sledování byl poměr mezi pravou a levou DK během odrazu. Výsledná síla dopadu v newtonech a poměr maximální vyprodukované síly mezi pravou a levou DK.

Obrázek 11 - Průběh silových křivek pravé a levé končetiny během vertikálního výskoku



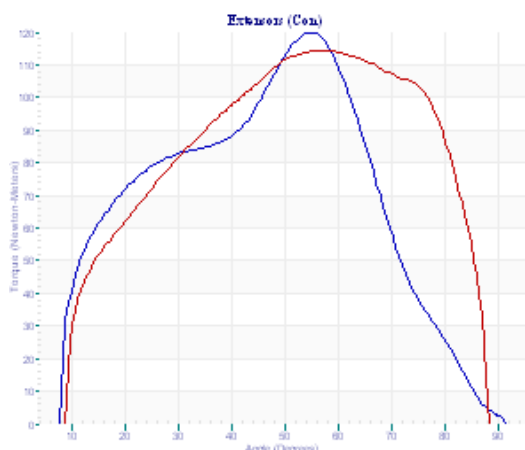
(Zdroj: Regál, 2018, 2019-03-01)

3.9.4 Měření svalové síly DK

Data jsme sbírali při rozsahu pohybu 90° , výchozí poloha byla stanovena, když bérce se femurem v kolenním kloubu svíraly 90° . Cílová poloha byla do plné extenze v kolenním kloubu. Testované DK probanda byly pevně upevněny za pomoci pásů, stejně tak i tělo. Rameno dynamometru bylo vždy přizpůsobeno měřenému jedinci tak, aby osa kolenního kloubu ve frontální rovině byla shodná s osou otáčejícího se ramene dynamometru (Regál, 2018).

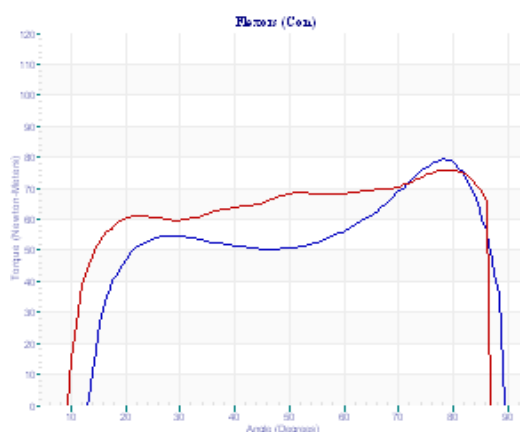
Vybraní probandi prováděli v rámci testování tři stejné typy testů, jejich rozdíl spočíval v odporu, který byl za pomoci počítačového softwaru nastaven.

Obrázek 12 - Průběh silových křivek extenzorů



(Zdroj: Vlastní zdroj)

Obrázek 13 - Průběh silových křivek flexorů



(Zdroj: Vlastní zdroj)

3.9.5 Analýza dat

Data, která jsem získal z přístrojů Footscan, CYBEX Humac Norm, Tanita MC-980 MA a Kistler, jsem dále zpracovával v softwaru Microsoft Office Excel 2016. Pro potřeby práce jsme ošetřili chybějící data za pomoci mnohonásobné imputace v softwaru Mplus (Lee a kol. 2014). Při této metodě generujeme opakovaně z rozdělení dat a tím imputujeme chybějící hodnoty. Princip metody spočívá ve vygenerování odhadu parametru právě pomocí Gibbsova algoritmu. Získaný odhad parametru je pak použit na generování imputovaných hodnot (Buuren a kol., 2011). Imputovaná data jsem pak za pomoci matematicko-statistických charakteristik aritmetického průměru, směrodatné odchylky a párových t-testů v rámci jednotlivých měření naměřil. Získané hodnoty byly následně vyhodnoceny za pomoci vztahové, věcné a logické analýzy a statistické významnosti. Statistická významnost byla stanovena na hladině $\alpha < 0,05$.

Tato diplomová práce má vzhledem k délce sledování charakter longitudiální studie. V této práci jsme použili statistické testování hypotéz. Při interpretaci výsledných dat je nutné nahlédnout k snížené spolehlivosti v důsledku nízkého počtu probandů. K prezentaci dat jsme zvolili tabulky s přehledným rozdělením naměřených hodnot. Pro lepší orientaci jsme využili grafického znázornění boxplotu, kde najdeme maximální hodnotu, dolní a horní kvartil a medián. Takto rozříděná data je pak možné sumarizovat k analýze (Potter a kol., 2006).

4 Výsledky

V této kapitole interpretuji naměřená data. Porovnáám výsledky probandů v průběhu florbalové sezóny, porovnáám jednotlivé testy mezi sebou v průběhu jednotlivých měření. Hladina významnosti párových t-testů je stanovena na $p < 0,05$. Výsledky směrodatných odchylek během jednotlivých měření jsou k nahlédnutí v přílohách.

4.1 Výsledky tělesného složení

Tabulka 2 – Srovnání průměrných hodnot parametrů tělesného složení v průběhu florbalové sezóny

Parametr	Měření 1.		Měření 2.		Měření 3.		Měření 4.	
	Průměr	p_{1-2}	Průměr	p_{2-3}	Průměr	p_{3-4}	Průměr	p_{1-4}
Hmotnost v kg	81,6	0,25	80,6	0,7	80,8	0,2	81,5	0,95
% tuku	15,4	0,01	13	0,01	13,8	0,95	13,7	0,05
ATH v kg	68,5	0,26	69,6	0,05	69,1	0,48	67,9	0,76
PDK v kg	11,5	0,16	11,7	0,12	11,6	0,04	11,9	0,04
LDK v kg	11,5	0,2	11,7	0,05	11,6	0,01	12	0,01
Trup v kg	34,6	0,8	34,7	0,33	34,6	0,01	35,6	0,06
PHK v kg	3,9	0,22	4	0,12	4	0,27	4	0,14
LHK v kg	3,9	0,44	3,9	0,73	3,9	0,2	4	0,1

Legenda: p_{1-2} – hodnota t-testu mezi 1. a 2. měřením; p_{2-3} : hodnota t-testu mezi 2. a 3. měřením; p_{3-4} – hodnota t-testu mezi 3. a 4. měřením; p_{1-4} – hodnota t-testu mezi 1. a 4. měřením; ATH – aktivní tělesná hmota; PDK – pravá dolní končetina; LDK – levá dolní končetina; PHK – pravá horní končetina; LHK – levá horní končetina; kg – kilogram.

V tabulce č. 2 vidíme srovnání průměru a párových t-testů vybraných hodnot v průběhu florbalové sezóny. Mezi hlavními sledovanými parametry v tabulce č. 2 se nachází mimo jiné i parametr segmentální analýzy svalové hmoty (v kg) pravé dolní končetiny (PDK), levé dolní končetiny (LDK), pravé horní končetiny (PHK), levé horní končetiny (LHK) a trupu. Vedlejší, informativní charakter, mají parametry hmotnosti (v kg) a procenta tuku. Průměrná hmotnost během florbalové sezóny nedosáhla statistický významných rozdílů. Maximální průměrná hmotnost v průběhu sezóny byla 81,6 kg a minimální průměrná hmotnost byla 80,6 kg. Procento tuku zaznamenalo

statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým měřením, rozdíl činil 2,4 % na hladině významnosti $p < 0,01$, tedy statisticky významná. Další statisticky významný rozdíl byl zaznamenán u procenta tuku mezi druhým a třetím měřením, kde rozdíl průměrů činil 0,8 % na hladině významnosti $p < 0,01$.

Párový t-test segmentálního rozložení svalové hmoty neprokázal statisticky významný rozdíl u žádných segmentů mezi prvním a druhým měřením, ani mezi druhým a třetím měřením. Statisticky významný rozdíl nám ukázala segmentální analýza tělesného složení mezi třetím a čtvrtým měření u PDK s rozdílem průměrů o 0,3 kg na hladině významnosti $p < 0,04$, rozdíl u LDK byl 0,4 kg na hladině významnosti $p < 0,01$, rozdíl trupu byl v průměru 1 kg na hladině významnosti $p < 0,01$. PHK a LHK nezaznamenaly mezi třetím a čtvrtým měřením statisticky významný rozdíl. Poslední rozdíl průměrů mezi prvním a čtvrtým měřením, což jsou měření, která srovnávají hráče v období před play off v roce 2018 a 2019, nám ukázala statisticky významný rozdíl rozložení svalové hmoty u dolních končetin. A to 0,4 kg na hladině významnosti $p < 0,04$ u PDK a 0,5 kg na hladině významnosti $p < 0,01$ u LDK. Segmentální analýza tělesného složení neprokázala statisticky významné rozdíly mezi horními končetinami (HK), kde rozdíl průměrné hmotnosti HK byl 0,1 kg na obou horních končetinách.

4.2 Výsledky posturální stability

Tabulka 3 - Hodnocení průměrné celkové dráhy těžiště v testu posturální stability v průběhu florbalové sezóny

Parametr	Měření 1.		Měření 2.		Měření 3.		Měření 4.	
	Průměr	p ₁₋₂	Průměr	p ₂₋₃	Průměr	p ₃₋₄	Průměr	p ₁₋₄
USOO v mm	147,6	1	147,5	0,49	140,2	0,91	139	0,57
USZO v mm	198,9	0,46	184,3	0,2	167,4	0,31	153	0,02
FLP v mm	1360,1	0,34	1250,1	0,13	1441,1	0,01	1156	0,07
FLL v mm	1572,2	0,21	1416,9	0,54	1503,2	0,22	1318,4	0,07

Legenda: p₁₋₂ – hodnota t-testu mezi 1. a 2. měřením; p₂₋₃: hodnota t-testu mezi 2. a 3. měřením; p₃₋₄ – hodnota t-testu mezi 3. a 4. měřením; p₁₋₄ – hodnota t-testu mezi 1. a 4. měřením; USOO – úzký stoj s otevřenými očima; USZO – úzký stoj se zavřenými očima; FLP – stoj na pravé noze; FLL – stoj na levé noze; mm – milimetry.

V tabulce č. 3 jsou uvedena srovnání průměrných hodnot testů posturální stability v průběhu florbalové sezóny. Testy posturální stability úzkých stojů s otevřenými očima se statisticky významně neliší v průběhu florbalové sezóny. Z výsledků je zřejmé, ale i logické, že došlo k horším výsledkům u testu USZO oproti testu USOO, právě díky vyřazení zrakové kontroly. Statisticky významný rozdíl nám ukazuje test USZO v porovnání prvního a čtvrtého měření, kde rozdíl průměrů je 45,9 mm na hladině významnosti $p < 0,02$.

Hodnoty testů úzkých stojů posturální stability během florbalové sezóny se statisticky významně neměnily. Jediný staticky významný rozdíl byl naměřen u testu FLP mezi třetím a čtvrtým měřením, přičemž rozdíl průměrů je 285,1 mm na hladině významnosti $p < 0,01$.

4.3 Výsledky explozivní síly

Tabulka 4 - Hodnocení explozivní síly DK v testu counter movement free arm jump v průběhu florbalové sezóny

Parametr	Měření 1.		Měření 2.		Měření 3.		Měření 4.	
	Průměr	p ₁₋₂	Průměr	p ₂₋₃	Průměr	p ₃₋₄	Průměr	p ₁₋₄
Výška výskoku v cm	40,7	0,52	41,3	0,02	39,9	0,95	39,8	0,41
Max. síla P v N	1,7	0,35	1,2	0,01	1,1	1	1,1	0,29
Max. síla L v N	1,2	0,01	1,4	0,01	1,1	0,38	1,1	0,03
Max. síla celkem v N	2,4	0,01	2,7	0,01	2,3	0,28	2,4	0,99
Rozdíl max. síly v %	5,7	0,08	9,7	0,34	7,7	0,01	4,9	0,53
Rozdíl odrazů v %	5,6	0,02	11,5	0,16	8,3	0,06	5,6	1
Impulz celkem v N	255,6	0,51	250,5	0,5	243	0,94	242,3	0,08
Impulz na kg hmotnosti N.kg ⁻¹	3,1	0,01	3,5	0,01	2,6	0,02	3	0,16

Legenda: p₁₋₂ – hodnota t-testu mezi 1. a 2. měřením; p₂₋₃: hodnota t-testu mezi 2. a 3. měřením; p₃₋₄ – hodnota t-testu mezi 3. a 4. měřením; p₁₋₄ – hodnota t-testu mezi 1. a 4. měřením; Max – maximální; P – pravá; L – levá; N – newton; kg – kilogram; cm – centimetr; N.kg⁻¹ – newton na kilogram na minus první.

Tabulka č. 4 uvádí výsledky explozivní síly dolních končetin (DK) v testu výskoku s dopomocí horních končetin. Výška výskoku je hodnocena v centimetrech, maximální síla ukazuje sílu přepočtenou na kilogram hmotnosti, násobek vlastní hmotnosti, kterou vyprodukovala pravá nebo levá DK.

Výška výskoku se v průběhu florbalové sezóny statisticky významně změnila mezi měřeními pouze jednou, a to mezi druhým a třetím měřením. Zde nalezneme rozdíl v průměrných hodnotách 1,4 cm na hladině významnosti $p < 0,02$. Z pohledu pravolevé asymetrie se staticky významněji měnila maximální síla vyprodukována na levé DK. A to hned ve třech případech mezi prvním a druhým měřením o 0,2 N na hladině významnosti $p < 0,01$, mezi druhým a třetím měřením s rozdílem průměrů 0,3 N na hladině významnosti $p < 0,01$, a mezi prvním a čtvrtým měřením rozdílem průměrů 0,1 N, na hladině významnosti $p < 0,03$. Maximální síla se statisticky významně změnila mezi prvním a druhým měřením, a to s rozdílem průměrů o 0,3 N na hladině významnosti $p < 0,01$, následný rozdíl průměrů mezi druhým a třetím měření byl 0,4 N, což určilo hladinu významnosti $p < 0,01$. Parametr impulzu na kg, tedy silového působení během odrazu na kilogram hmotnosti, čítá celkem tři statisticky významné rozdíly během florbalové sezóny. Mezi prvním a druhým měřením je tento rozdíl průměrů 0,4 N s hladinou významnosti $p < 0,01$, mezi druhým a třetím měřením je

rozdíl průměrů 0,9 N s hladinou významnosti $p < 0,01$, rozdíl průměrů mezi třetím a čtvrtým měřením je 0,3 N s hladinou významnosti $p < 0,02$.

Rozdíly mezi prvním a čtvrtým měřením, kdy jsme měřili stejné florbalové části sezóny, před play off, čítají pouze jeden statisticky významný rozdíl, a tím je výše zmiňovaný parametr maximální síly levé DK. Celkový impulz výskoku se během florbalové sezóny u testu CMFJ statisticky významně nezměnil ani jednou.

Tabulka 5 - Hodnocení explozivní síly DK v testu counter movement jump s fixací HK v průběhu florbalové sezóny

Parametr	Měření 1.		Měření 2.		Měření 3.		Měření 4.	
	Průměr r	p ₁₋₂	Průměr	p ₂₋₃	Průměr	p ₃₋₄	Průměr	p ₁₋₄
Výška výskoku v cm	36,3	0,17	37,4	0,01	35,6	0,01	38,7	0,03
Max. síla P v N	1,2	0,41	1,3	0,1	1,2	0,11	1,1	0,06
Max. síla L v N	1,3	0,07	1,4	0,01	1,1	0,07	1,2	0,11
Max síla celkem v N	2,5	0,03	2,7	0,01	2,4	0,91	2,4	0,62
Rozdíl max. síly v %	6,5	0,25	9,4	0,83	10	0,11	12,2	0,01
Rozdíl odrazů v %	4,6	0,01	12,6	0,03	6,5	0,14	8,1	0,05
Impulz celkem v N	242,1	0,01	221,7	0,73	226,3	0,29	243,7	0,87
Impulz na kg hmotnosti N.kg ⁻¹	2,9	0,03	3,1	0,5	2,6	0,22	2,9	0,68

Legenda: p₁₋₂ – hodnota t-testu mezi 1. a 2. měřením; p₂₋₃: hodnota t-testu mezi 2. a 3. měřením; p₃₋₄ – hodnota t-testu mezi 3. a 4. měřením; p₁₋₄ – hodnota t-testu mezi 1. a 4. měřením; Max – maximální; P – pravá; L – levá; N – newton; kg – kilogram; cm – centimetr; N.kg⁻¹ – newton na kilogram na minus první.

Tabulka č. 5 ukazuje výsledky výskoků bez dopomoci HK. Můžeme vidět, že v průběhu florbalové sezóny zaznamenal nejvíce signifikantních změn parametr výšky výskoku.

Druhé a třetí měření zaznamenalo rozdíl průměrů o 1,8 cm s hladinou významnosti $p < 0,01$. Mezi třetím a čtvrtým měřením je rozdíl průměrů 3,1 cm na hladině významnosti $p < 0,01$. Statisticky signifikantní rozdíl je taktéž zaznamenán mezi prvním a čtvrtým měřením, a to o 2,6 cm s hladinou významnosti $p < 0,03$. Parametr maximální síly levé DK se oproti testu CMFJ stabilizoval a čítá pouze jeden statisticky signifikantní rozdíl průměrů mezi druhým a třetím měřením s rozdílem průměrů 0,3 N na hladině významnosti $p < 0,01$. Parametr maximální síly zaznamenal stejně jako u testu CMFJ dva statisticky signifikantní rozdíly mezi měřeními, a to konkrétně mezi prvním a druhým měřením s rozdílem průměrů 0,2 N na hladině

významnosti $p < 0,03$ a mezi druhým a třetím měřením s hodnotou rozdílu průměru 0,3 N na hladině významnosti $p < 0,01$. Rozdíl průměrů parametru maximální síly v % oproti testu CMFJ nezaznamenal statisticky signifikantní rozdíl mezi třetím a čtvrtým měřením, ale mezi prvním a čtvrtým měřením, a to s rozdílem průměrů 5,5 % s hladinou významnosti $p < 0,01$. Parametr procentuálního rozdílu odrazů mezi pravou a levou DK má oproti testu CMFJ o jednu statisticky signifikantní hodnotu více. Mezi měřeními prvním a druhým je rozdíl průměrů 8 % s hladinou významnosti $p < 0,01$ a rozdíl průměrů mezi druhým a třetím měřením čítá 6,1 % s hladinou významnosti $p < 0,03$. Parametr silového působení během odrazu na kilogram hmotnosti se oproti testu CMFJ snížil na jeden statisticky signifikantní rozdíl, a to mezi měřeními prvním a druhým s rozdílem průměrů 0,2 N na hladině významnosti $p < 0,03$.

Celkem zaznamenal test CMJ o jednu statisticky významnou hodnotu méně než test CMFJ. Parametr maximální vyprodukované síly přepočtený na kilogram hmotnosti, kterou vyprodukovala pravá DK, se během florbalové sezóny ani jednou statisticky významně nezměnil.

Tabulka 6 - Hodnocení explozivní síly DK v testu squat jump s fixací HK v průběhu florbalové sezóny

Parametr	Měření 1.		Měření 2.		Měření 3.		Měření 4.	
	Průměr	p_{1-2}	Průměr	p_{2-3}	Průměr	p_{3-4}	Průměr	p_{1-4}
Výška výskoku v cm	33,6	1	33,6	0,47	34	0,02	36,4	0,04
Max. síla P v N	1	0,92	1	0,56	1,1	0,6	1,1	0,46
Max. síla L v N	1,1	0,01	1,2	0,01	1,1	0,3	1,1	0,96
Max síla celkem v N	2,1	0,04	2,2	0,01	2,1	0,22	2,2	0,35
Rozdíl max. síly v %	3,5	0,01	12,1	0,01	4,1	0,57	4,4	0,13
Rozdíl odrazů v %	4,7	0,01	13,4	0,01	5,7	0,33	4,8	0,92
Impulz celkem v N	221,4	0,23	214,9	0,11	194,8	0,72	201,1	0,16
Impulz na kg hmotnosti $N.kg^{-1}$	2,6	0,01	3	0,01	2,2	0,31	2,4	0,15

Legenda: p_{1-2} – hodnota t-testu mezi 1. a 2. měřeními; p_{2-3} : hodnota t-testu mezi 2. a 3. měřeními; p_{3-4} – hodnota t-testu mezi 3. a 4. měřeními; p_{1-4} – hodnota t-testu mezi 1. a 4. měřeními; Max – maximální; P – pravá; L – levá; N – newton; kg – kilogram; cm – centimetr; $N.kg^{-1}$ – newton na kilogram na minus první.

Z tabulky č. 6 můžeme vyčíst výkony výšky výskoku a vynaložené síly u výskoku z podřepu. V tomto testu jsou průměrné hodnoty výšky výskoku v cm nižší než u testů CMFJ a CMJ. Stejně tak probandi v tomto testu ve všech měřeních dosahovali nejnižších výsledků u parametru maximálně vyprodukované síly přepočtené na kilogram hmotnosti oproti testům CMFJ a CMJ.

Nejvíce statisticky významných rozdílů zaznamenaly p hodnoty mezi prvním a druhým měřením a mezi druhým a třetím měřením. Celková výška výskoku v cm zaznamenala statisticky signifikantní rozdíl mezi třetím a čtvrtým měřením s rozdílem průměrů o 2,4 cm a 0,02 p hodnotou, poté mezi prvním a čtvrtým měřením s rozdílem průměru 2,8 cm na hladině významnosti $p < 0,04$. Statisticky signifikantní rozdíly mezi měřeními zaznamenává opět spíše levá DK, a to konkrétně mezi prvním a druhým měřením s rozdílem průměrů 0,1 N na hladině významnosti $p < 0,01$, poté mezi druhým a třetím měřením taktéž s rozdílem průměru 0,1 N na hladině významnosti $p < 0,01$. U parametru maximální síly vyprodukované na kilogram hmotnosti můžeme nalézt statisticky signifikantní rozdíl mezi prvním a druhým měřením o rozdíl průměrů 0,1 N na hladině významnosti $p < 0,04$, přičemž rozdíl průměrů téhož parametru je mezi druhým a třetím měřením 0,1 N s hladinou významnosti $p < 0,01$. Parametr rozdílu mezi pravou a levou DK vzhledem k maximální vyvinuté síle má statisticky signifikantní rozdíl průměrů první a druhé měření 8,6 % s hladinou významnosti $p < 0,01$, rozdíl průměrů druhého a třetího měření má hodnoty 8,3 % na hladině významnosti $p < 0,01$. Druhé měření nám tedy ukazuje zvýšenou asymetrii mezi pravou a levou DK vzhledem k maximální vyvinuté síle. Parametr procentuálního rozdílu mezi pravou a levou DK během celého odrazu nám ukazuje celkem dvě statisticky signifikantní změny. Stejně jako u výše zhodnocených parametrů se zde jedná o rozdíl průměrů mezi prvním a druhým měřením s rozdílem 8,7 % na hladině významnosti $p < 0,01$. Rozdíl průměrů téhož parametru mezi druhým a třetím měřením má hodnotu rozdílu 7,7 % na hladině významnosti $p < 0,01$. Poslední statisticky významné rozdíly nalezneme u parametru silového působení během odrazu na kilogram hmotnosti, a to stále mezi měřeními prvním a druhým s rozdílem průměru 0,4 N na hladině významnosti $p < 0,01$ a rozdíl průměrů mezi druhým a třetím měřením čítá 0,8 N na hladině významnosti $p < 0,01$.

Stejně jako u testu CMJ i zde si můžeme všimnout, že parametr maximální síly přepočtené na kilogram hmotnosti, kterou vyprodukovala pravá DK v měřeních během florbalové sezóny, nemá žádné statisticky významné rozdíly. Taktéž je na tom i parametr celkového impulzu výskoku. Stejně jako u testu CMFJ je i zde vidět, že se právě tento parametr v průběhu měření během florbalové sezóny ani jednou statisticky významně nezměnil. Nejméně statisticky významných změn zaznamenal rozdíl mezi třetím a čtvrtým měřením, což je rozdíl mezi podzimním průběhem florbalové sezóny a částí před play off.

4.4 Výsledky svalové síly

Tabulka 7 - Hodnocení svalové síly quadricepsu v průběhu florbalové sezóny

Parametr	Měření 1.		Měření 2.		Měření 3.		Měření 4.	
	Průměr	p ₁₋₂	Průměr	p ₂₋₃	Průměr	p ₃₋₄	Průměr	p ₁₋₄
Quadriceps dominantní DK N.m.kg ⁻¹	2,9	0,01	2,6	0,09	2,4	0,48	2,5	0,01
Quadriceps nedominantní DK N.m.kg ⁻¹	2,8	0,05	2,6	0,03	2,4	0,2	2,5	0,01
Quadriceps poměr L/P v %	6,6	0,06	15,9	0,53	17,6	0,01	10,5	0,15

Legenda: p₁₋₂ – hodnota t-testu mezi 1. a 2. měřením; p₂₋₃: hodnota t-testu mezi 2. a 3. měřením; p₃₋₄ – hodnota t-testu mezi 3. a 4. měřením; p₁₋₄ – hodnota t-testu mezi 1. a 4. měřením; K – dolní končetina; L – levá; P – pravá; N.m.kg⁻¹ – newton metr na kilogram na mínus první.

V tabulce č. 7 je uveden průměr výsledků svalové síly spolu s hodnotami t-testů mezi jednotlivými měřeními extenzorů a quadricepsů na dominantní a nedominantní DK a jejich vzájemný poměr. Je zde přehledně sumarizováno porovnání jednotlivých měření v průběhu florbalové sezóny.

Průměrný výkon na dominantní DK zaznamenal signifikantní změny v měřeních mezi prvním a druhým měřením, a to s rozdílem průměrů 0,3 N.m.kg⁻¹ s hladinou významnosti $p < 0,01$. Dále byl významný statistický rozdíl mezi prvním a čtvrtým měřením s rozdílem průměru 0,4 N.m.kg⁻¹ na hladině významnosti $p < 0,01$. Výkon na nedominantní DK zaznamenal statisticky významný rozdíl mezi druhým a třetím měřením s rozdílem průměrů 0,2 N.m.kg⁻¹ na hladině významnosti $p < 0,03$. Druhý statisticky významný rozdíl tohoto parametru jsme naměřili mezi prvním a čtvrtým měřením s rozdílem průměrů 0,3 N.m.kg⁻¹ na hladině významnosti $p < 0,01$. Poslední statisticky významný rozdíl v této tabulce nalezneme u vzájemného procentuálního poměru svalové síly quadricepsu mezi levou a pravou DK, a to konkrétně mezi měřeními tři a čtyři s rozdílem průměrů 7,1 % na hladině významnosti $p < 0,01$. Nejvyšší průměrné výsledky dosahovalo první měření, což znamená měření v období před play off, které zároveň mělo i nejmenší poměr pravolevé asymetrie. Nejnižší průměrné výsledky dosahovalo měření třetí, tedy měření v průběhu sezóny se zároveň zvýšenou pravolevou asymetrií. Statisticky nejvýznamnější rozdíly byly naměřeny mezi prvním a druhým měřením.

Tabulka 8 - Hodnocení svalové síly hamstringu v průběhu florbalové sezóny

Parametr	Měření 1.		Měření 2.		Měření 3.		Měření 4.	
	Průměr	p ₁₋₂	Průměr	p ₂₋₃	Průměr	p ₃₋₄	Průměr	p ₁₋₄
Hamstring Dominantní DK N.m.kg ⁻¹	1,6	0,51	1,5	0,09	1,4	0,3	1,5	0,34
Hamstring Nedominantní DK N.m.kg ⁻¹	1,5	0,84	1,6	0,15	1,4	0,75	1,4	0,17
Hamstring poměr L/P v %	8,9	0,12	13,3	0,34	16,1	0,01	10,1	0,59

Legenda: p₁₋₂ – hodnota t-testu mezi 1. a 2. měřením; p₂₋₃: hodnota t-testu mezi 2. a 3. měřením; p₃₋₄ – hodnota t-testu mezi 3. a 4. měřením; p₁₋₄ – hodnota t-testu mezi 1. a 4. měřením; DK – dolní končetina; L – levá; P – pravá; N.m.kg⁻¹ – newton metr na kilogram na minus první.

Tabulka č. 8 ukazuje výsledky průměrů a p hodnot, svalové síly hamstringů dominantní i nedominantní DK, v průběhu florbalové sezóny během čtyř měření.

Oproti měření svalové síly quadricepsu zde nalezneme pouze jeden statisticky významný rozdíl mezi třetím a čtvrtým měřením u parametru vzájemného procentuálního poměru svalové síly hamstringu mezi levou a pravou DK s rozdílem průměrů 6 % na hladině významnosti $p < 0,01$. U ostatních parametrů nejsou shledány statisticky významné rozdíly.

Tabulka 9 - Hodnocení silového poměru quadricepsu a hamstringu v průběhu florbalové sezóny

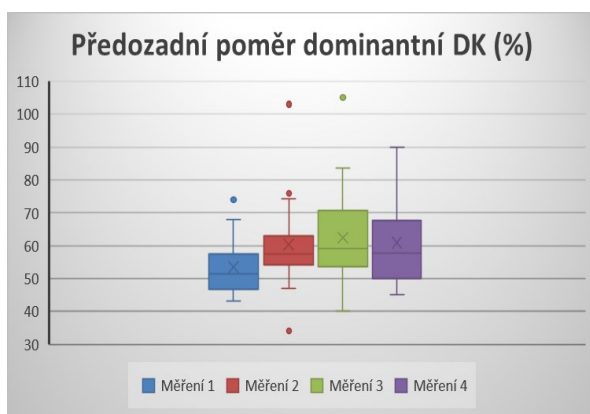
Parametr	Měření 1.		Měření 2.		Měření 3.		Měření 4.	
	Průměr	p ₁₋₂	Průměr	p ₂₋₃	Průměr	p ₃₋₄	Průměr	p ₁₋₄
Poměr Q/H dominantní DK v %	53,5	0,03	60,3	0,36	62,4	0,48	60,9	0,02
Poměr Q/H nedominantní DK v %	54,3	0,07	58,9	0,45	61,1	0,05	55,8	0,58

Legenda: p₁₋₂ – hodnota t-testu mezi 1. a 2. měřením; p₂₋₃: hodnota t-testu mezi 2. a 3. měřením; p₃₋₄ – hodnota t-testu mezi 3. a 4. měřením; p₁₋₄ – hodnota t-testu mezi 1. a 4. měřením; DK – dolní končetina; Q - Quadriceps; H – Hamstring.

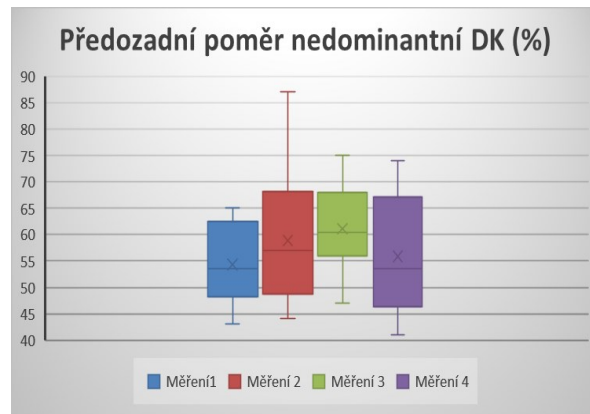
V tabulce č. 9 vidíme srovnání průměrných hodnot a výsledků p hodnot během florbalové sezóny. Nalézáme zde pouze dva statisticky významné rozdíly u dominantní DK.

Statisticky významný rozdíl je u parametru procentuálního poměru quadricepsu a hamstringu dominantní DK, kdy rozdíl průměrů je 6,8 % s hladinou významnosti $p < 0,03$. U stejného parametru pak nalezneme statisticky významný rozdíl mezi prvním a čtvrtým měřením s rozdílem průměrů 7,4 % na hladině významnosti $p < 0,02$. Procentuální poměr quadricepsu a hamstringu nedominantní DK nemá žádný statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými měřeními v průběhu florbalové sezóny. Z výše uvedených výsledků lze konstatovat, že nedominantní DK je zatížena méně asymetriemi než dominantní DK.

Graf 2 - Graf porovnání předozadního silového poměru dominantní DK v průběhu florbalové sezóny



Graf 1 - Graf porovnání předozadního silového poměru nedominantní DK v průběhu florbalové sezóny



5 Diskuze

V této kapitole budu konfrontovat výsledky a již známé teoretické prameny. Jsou zde sepsána a rozebrána významná zjištění a výsledky ověřování hypotéz. Vzhledem k struktuře diskuze výsledky nejprve diskutujeme a poté jejich význam posuneme směrem k daným hypotézám.

Vstupní testování proběhlo za pomoci pracovníků LSM. Nestřetl jsem se s žádnými překážkami, které by měly testování významně ohrozit. Další testování proběhla taktéž za pomoci pracovníků LSM. Byla ovšem omezená mortalitou souboru, kterou jsme vyřešili mnohonásobnou imputací, tedy dosimulováním chybějících dat.

Výsledky testové baterie, která je stěžejní částí této diplomové práce, nemůžeme vzhledem k menšímu počtu probandů, respektive vysoké mortalitě souboru, zobecňovat. Vysoká mortalita souboru byla ovlivněna mnoha faktory, nejčastějším faktorem bylo zranění v průběhu jednoho ze tří testování (prvního se účastnili všichni). Dalšími faktory byly například přestupy do jiných florbalových klubů, i zahraničních, dále nucené ukončení kariéry nebo přestěhování z Prahy za práci či zpět za rodinou. K tomu, aby tento výzkum mohl nabýt vypovídající hodnoty, by muselo projít testováním významně větší množství probandů.

Cílem práce bylo otestovat a následně porovnat vybrané parametry tělesného složení, posturální stability, svalové a explozivní síly dolních končetin a sílu stisku ruky u hráčů florbalu během florbalové sezóny, celkem ve čtyřech měřeních. Dále na základě dosažených výsledků zhodnotit mnou stanovené hypotézy. Při hodnocení dat byla provedena základní statistika s ošetřením dat za pomoci mnohonásobné imputace. Dále jsme vyhodnotili statisticky významné rozdíly za pomoci párového t-testu v čase. Kromě silového rozvoje a svalové symetrie jsme hodnotili i posturální stabilitu.

U parametrů tělesného složení jsme u průměrné hmotnosti nenašli výrazné výkyvy během sezóny. Ovšem průměrná úroveň tělesného tuku se v průběhu sezóny statisticky významně měnila. Mezi prvním a druhým měřením, kdy průměr tuku klesl o 2,4 %, a mezi druhým a třetím měřením naopak vzrostl o 0,8 %, můžeme konstatovat, že to je v normě běžné chyby měření. Mezi ostatními měřeními se nevyskytl statisticky významný rozdíl. Pokles procenta tuku mezi měřením prvním a druhým si můžeme vyložit specifickou přípravou. Druhé měření probíhalo v přípravné části, která je

zaměřena především na rozvoj pohybových schopností s vedlejšími efekty úbytku procenta tuku (Přidalová, Riegrová, 2002). Naopak příčina vzrůstu průměrného procenta tuku mezi druhým a třetím měřením může být způsobena změnou tréninku, přičemž třetí měření probíhalo v průběhu florbalové sezóny, tedy v období specifických tréninků, které jsou zaměřeny dle Kysela (2010) na rozvoj pohybových dovedností, taktickou a technickou přípravu. Hodnota tělesného tuku je napříč sporty sledovaný parametr tělesného složení, protože právě přibývajícím tělesným tukem má vliv na pohybový výkon sportovce. Dle Wilmora a Costilla (2004) spolu s přibývajícím množstvím tělesného tuku výkon sportovce klesá.

Zajímavý parametr segmentální analýzy tělesného složení nám ukazuje rozdílné rozložení svalů u dolních končetin mezi prvním a čtvrtým měřením, což jsou měření ve stejném období před play off v odlišných sezónách 2018, 2019. Konkrétní rozdíl průměrů je u pravé DK 0,4 kg s hladinou významnosti $p < 0,04$ a levá končetina má rozdíl průměrů 0,5 kg na hladině významnosti $p < 0,01$. V obou případech mluvíme o statisticky významném rozdílu. Přitom bych očekával, že porovnání právě prvního a druhého měření nedosáhne statisticky významných rozdílů, protože se jedná právě o stejné soutěžní období, tedy období před play off. Naopak bych očekával zvýšení svalové hmoty u segmentů levé i pravé DK a trupu z důvodu probíhajícího přípravného období, které, jak popisuje Dovalil a Perič (2010), je zaměřeno mimo jiné na rozvoj silových schopností, ale párový t-test neprokázal statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým měřením. Statisticky významný rozdíl byl naměřen mezi měřeními třetím a čtvrtým, a to u parametrů segmentální analýzy tělesného složení levé i pravé DK a trupu. V konkrétních hodnotách se jedná o rozdíl průměrů u pravé DK o 0,3 kg s hladinou významnosti $p < 0,04$, dále je rozdíl průměrů u levé DK 0,4 kg s hladinou významnosti $p < 0,01$ a rozdíl průměrů u trupu činí 1 kg s hladinou významnosti $p < 0,01$. Tento nárůst svalové hmoty můžeme komentovat zařazením přípravného makrocyklu na určitou část sezóny, jakou mohou být boje o play off, to uvádí ve své práci i Leppanen a kol. (2015) v souvislosti se záměrným tréninkem posturální stability, kdy může dojít i k stimulaci svalových vláken. Na druhou stranu toto tvrzení vyvrací fakt, že u výsledků t-testů mezi jednotlivými měřeními nezaznamenali statisticky významný rozdíl. Nejvýznamnější hodnota ATH se naměřila v druhém měření, v přípravném období, čítala 69,6 kg, naopak nejnižší hodnota byla 67,9 kg ve čtvrtém měření. Z pohledu pravolevé asymetrie jsme nenalezli statisticky

významný rozdíl v objemu svalstva při měření segmentální analýzy tělesného složení. Symetrický rozvoj svalstva spolu s prevencí a kompenzačními cvičeními je jedním z aspektů pohybových intervencí, u kterých očekáváme zlepšení kondice a kompenzace svalových dysbalancí (Bursová, 2005). Pravolevá asymetrie segmentální analýzy tělesného složení neprokázala v průběhu florbalové sezóny u probandů statisticky významný rozdíl. Někteří autoři (Fuller a kol., 1989; Chumlea a kol., 1994) uvádějí, že bioimpedance je vhodnou metodou pro určování tělesného složení celého těla i jednotlivých tělesných segmentů. Využití bioimpedance vzhledem k horním a dolním končetinám je vhodné jako alternativní metoda pro hodnocení celkového složení těla (Vaidová a kol., 2012; Fuller a kol., 1989).

V testech posturální stability v průběhu florbalové sezóny jsme u probandů při sledování TTW u úzkých stojů (USOO, USZO) nezjistili statisticky významné rozdíly, až na porovnání mezi prvním a čtvrtým měřením, kde rozdíl průměrů byl 45,9 mm s hladinou významnosti $p < 0,02$. U testu USOO byla nejnižší hodnota průměru 139 mm a nejvyšší 147,6 mm. Nejedná se zde o statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými měřeními. U testu úzkého stoje se zavřenýma očima byla nejnižší průměrná hodnota 153 mm a nejvyšší 198,9mm, což je právě výše uvedený statisticky významný rozdíl mezi prvním a čtvrtým měřením. U testů stojů na jedné noze (FLL, FLP) jsme zjistili opět pouze jeden statisticky významný rozdíl, a to u testu FLP, kde statisticky významný rozdíl byl mezi třetím a čtvrtým měřením s rozdílem průměrů 285,1 mm s hladinou významnosti $p < 0,01$. Test FLL nezaznamenal žádný statisticky významný rozdíl mezi měřeními v průběhu florbalové sezóny. U testu FLP byla nejnižší průměrná hodnota 1156 mm v průběhu florbalové sezóny naměřena při čtvrtém měření a nejvyšší průměrná hodnota 1441,1 mm při třetím měření, což je opět jediný statisticky významný rozdíl u testů stojů na jedné noze. V testu FLL čítá nejnižší průměrná hodnota 1318,4 mm, zaznamenáno ve čtvrtém měření, a nejvyšší průměrná hodnota 1572,2 mm byla zaznamenána v měření prvním. Z pohledu pravolevé asymetrie, i zde můžeme konstatovat, že jsme nenalezli u jednotlivých stojů na jedné noze statisticky významný rozdíl. Gstöttner a kol. (2009) tvrdí, že klíčem k odhalení náchylnosti ke zranění u sportovců je právě zjišťování nedostatků v rovnovážných schopnostech. Stranová diferenciacie, která je u hráčů florbalu významná a zcela zřetelná, může být faktorem, který značně přispívá ke zranění (Véle, 2006). Statisticky významný rozdíl mezi testy FLL a FLP se však nevyskytl.

Při testech CMFJ jsme zjistili statisticky významný rozdíl u parametru výšky výskoku mezi druhým a třetím měřením s rozdílem průměrů 1,4 cm na hladině významnosti $p < 0,02$, přičemž nejnižší hodnota byla zaznamenána 39,8 cm v měření čtvrtém, nejvyšší hodnota pak byla 41,3 cm v měření druhém v přípravném období. Z pohledu pravolevé asymetrie nám největší rozdíl ukazují parametry maximální síly přepočtené na kilogram hmotnosti, kterou vyprodukovala pravá nebo levá DK v měření prvním s rozdílem průměrů 0,5 N. Oproti tomu měření třetí a čtvrté nevykazuje asymetrii žádnou. Statisticky významný rozdíl v průběhu florbalové sezóny pak nalezneme u parametru maximální vyprodukované síly přepočtené na kilogram hmotnosti na levé DK mezi prvním a druhým měřením s rozdílem průměrů 0,2 N s hladinou významnosti $p < 0,01$ a mezi druhým a třetím měřením s rozdílem průměrů 0,3 N s mírou hladiny $p < 0,01$ a mezi prvním a čtvrtým měřením s rozdílem průměrů 0,1 N s hladinou významnosti $p < 0,01$. Parametr maximální síly přepočtené na kilogram hmotnosti nám ukazuje statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým měřením s rozdílem průměrů 0,3 N a hladinou významnosti $p < 0,01$ a mezi druhým a třetím měřením s rozdílem průměrů 0,4 N a hladinou významnosti $p < 0,01$. Většina těchto rozdílů je statisticky významnější u druhého měření, což naznačuje zvýšení explozivní síly v průběhu přípravného období oproti období před play off. Většina pohybových činností ve sportovních hrách je prováděna pomocí dolních končetin a jejich činnost je i podmínkou pro účinný a efektivní pohyb hráče během utkání. Jedním z kritérií pro hodnocení explozivní síly je vztah mezi silou svalstva a provedeným pohybem, a to tak, že svaly jsou přímo odpovědné za vzrůstající rychlost (Williams, 2013). Dokonalejší svalová koordinace umožňuje účinnější průběh rychlostní činnosti, zejména frekvenčního charakteru, a její delší trvání (Hanuš a kol., 2011). Statisticky významný procentuální rozdíl mezi pravou a levou DK vzhledem k maximální vyvinuté síle mezi měřením třetím a čtvrtým s rozdílem průměrů 2,8 % a hladinou významnosti $p < 0,01$. Parametr procentuálního rozdílu mezi pravou a levou končetinou nám vykazuje statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým měřením s rozdílem průměrů 4 % a hladinou významnosti $p < 0,02$. Výsledky rozdílů parametru celkového impulzu nám nenaměřily statisticky významné rozdíly během čtyř měření v průběhu florbalové sezóny. Silové působení během odrazu na kilogram hmotnosti nám ukazuje statisticky významné rozdíly hned u tří srovnání. Mezi prvním a druhým měřením je rozdíl průměrů 0,4 N na kg s hladinou významnosti $p < 0,01$, dále mezi druhým a třetím měřením s rozdílem průměrů 0,9 N na kg s hladinou významnosti

$p < 0,01$ a nakonec mezi třetím a čtvrtým měřením s hladinou významnosti $p < 0,02$, rozdíl mezi prvním a čtvrtým měřením nebyl statisticky nijak významný.

V testech CMJ jsme naměřili statisticky významné rozdíly mezi druhým a třetím měřením s rozdílem průměrů 1,8 cm a hladinou významnosti $p < 0,01$, dále mezi třetím a čtvrtým měřením s rozdílem průměrů 3,1 cm a hladinou významnosti $p < 0,01$, nakonec i při prvním a čtvrtém měření s rozdílem průměrů 3,1 cm a hladinou významnosti $p < 0,03$. Z pohledu pravolevé asymetrie nám největší rozdíl ukazují parametry maximální síly přepočtené na kilogram hmotnosti, kterou vyprodukovala levá DK v druhém a třetím měření s rozdílem průměrů 0,3 N a hladinou významnosti $p < 0,01$. V těchto parametrech je oproti testu CMFJ statisticky významných rozdílů více především u výšky výskoku, na druhou stranu je o jeden statisticky významný rozdíl méně u maximální síly vyprodukované jak pravou DK (bez statisticky významných rozdílů u CMJ), tak levou DK (s jedním statisticky významným rozdílem u CMJ). Očekávané rozdíly zaznamenaly statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým měřením parametr procentuálního rozdílu odrazů s rozdílem průměrů 8 % a hladinou významnosti $p < 0,01$, dále pak celkový impulz s rozdílem průměrů 20,4 N a hladinou významnosti $p < 0,01$, i impulz přepočten na kg hmotnosti zaznamenal rozdíl průměrů o 0,2 N s hladinou významnosti $p < 0,03$. Zafixováním paží došlo podle očekávání ke zhoršení výšky výskoku. Nejvyšší průměr u CMFJ je 41,3 cm, u CMJ 38,7 cm. Došlo i ke snížení celkového impulzu. Nejvyšší průměr u CMFJ je 255,6 N, u CMJ 243,7 N. Pravolevá asymetrie dle parametru procentuálního rozdílu odrazu pravé a levé DK byla statisticky významnější dvakrát u testu CMJ a pouze jednou u testu CMFJ, z tohoto výsledku by bylo možné vyvodit, že možná asymetrie horních končetin (HK), respektive různá vyvinutí síly švihů u jednotlivých HK, může u tohoto testu mírně zkreslovat výsledky. Toto tvrzení je ovšem nutné podrobit testování. Na druhou stranu nám procentuální výsledky u parametru rozdílu mezi pravou a levou DK vzhledem k maximální vyvinuté síle ukazují, že nejvyšší průměr během měření je u testu CMFJ 11,5 % ve druhém měření, zatímco u CMJ je výsledek 12,6 % rovněž u druhého měření. To může naznačovat nedostatečnou kompenzaci během přípravného období, které u hráčů probíhalo.

Výsledky testu SQJ ukazují statisticky významné rozdíly u výšky výskoku mezi třetím a čtvrtým měřením s rozdílem průměrů 2,4 cm a hladinou významnosti $p < 0,02$, poté i mezi prvním a čtvrtým měřením s rozdílem průměrů 3,2 cm a hladinou

významnosti $p < 0,04$. Parametr maximální síly vynaložené na pravé DK je bez statisticky signifikantních rozdílů mezi jednotlivými měřeními. Naopak maximální síla vynaložená na levé DK čítá hned dva statisticky významné rozdíly, a to mezi prvním a druhým měřením s rozdílem průměrů 0,1 N a hladinou významnosti $p < 0,01$, i mezi druhým a třetím měřením s rozdílem průměrů 0,1 N a hladinou významnosti $p < 0,01$. První a druhé měření zaznamenalo staticky významné rozdíly i u parametrů maximální vyprodukované síly mezi prvním a druhým měřením s hladinou významu $p < 0,04$ a mezi druhým a třetím měřením s hladinou významu $p < 0,01$, dále u rozdílu odrazů v procentuálním zastoupení mezi měřeními prvním a druhým s hladinou významnosti $p < 0,01$ a mezi měřeními druhým a třetím s hladinou významnosti $p < 0,01$, dále u impulzu přepočteného na kg hmotnosti mezi měřeními prvním a druhým s hladinou významnosti $p < 0,01$ a mezi měřeními druhým a třetím s hladinou významnosti $p < 0,01$.

Ze všech testů explozivní síly je zajímavé, že parametr vyprodukované síly na pravé DK se statisticky významně změnil u všech testů pouze jednou, a to u testu CMFJ mezi druhým a třetím měřením, tedy mezi obdobím přípravným a soutěžním. Stejně na tom je maximální impuls výskoku, který zaznamenal statisticky významný rozdíl u testu CMJ mezi prvním a druhým měřením. Parametr výšky výskoku zaznamenal ve všech typech testů statisticky nejvýznamnější rozdíl u testu CMJ mezi třetím a čtvrtým měřením s rozdílem průměrů 3,1 cm. Je zajímavé, že u testu SQJ a CMJ jsme našli statisticky významný rozdíl u výšky výskoku mezi prvním a čtvrtým měřením, které jsou ve stejném období, před play off. Obecně nejvyrovnanější výsledky, respektive statisticky nevýznamné výsledky, jsme naměřili mezi druhým a třetím měřením. To je období přípravné a soutěžní části, přičemž v průběhu třetího měření se již pohybové schopnosti nerozvíjí, ale pouze udržují, tedy i explozivní síla, což nám všechny tři typy testů potvrzují. Naopak nejvíce (celkem 14) statisticky významných změn si připsalo porovnání prvního a druhého měření. To do jisté míry mohlo být zapříčiněno specifickou mírou zátěže v období prvního měření před play off a také zapojením více kompenzačních jednotek v období druhého měření, tedy přípravného. Při pohledu na vyprodukovanou maximální sílu pravé nebo levé DK si pravá DK zapsala pouze jeden statisticky významný rozdíl, ale levá hned 5 statisticky významných rozdílů, to mohlo být ovlivněno dominancí pravé nohy u všech hráčů.

Další proběhlý test v rámci měření byla svalová síla flexorů a extenzorů kolenních kloubů (hamstringů a quadricepsů). Statisticky signifikantní změny v průběhu sezóny zaznamenal quadriceps dominantní DK mezi prvním a druhým měřením s hladinou významnosti $p < 0,01$ a mezi prvním a čtvrtým měřením s hladinou významnosti $p < 0,01$. Quadriceps nedominantní DK zaznamenal statisticky významné změny mezi druhým a třetím měřením s hladinou významnosti $p < 0,03$ a mezi prvním a čtvrtým měřením s hladinou významnosti $p < 0,01$. Poměr pravolevé asymetrie quadricepsů má statisticky významné změny mezi třetím a čtvrtým měřením s hladinou významnosti $p < 0,01$. Rozdíly mezi prvním a čtvrtým měřením nám mohou poukazovat na odlišnou přípravu v období před play off mezi sezónami 2018 a 2019. Poměr vynaložené síly mezi pravou a levou DK u quadricepsů ukazuje statisticky významný rozdíl mezi třetím a čtvrtým měřením s hladinou významnosti $p < 0,01$. Hamstringy dominantní i nedominantní DK nezaznamenaly v průběhu florbalové sezóny statisticky významné změny. Ovšem poměr vynaložené síly mezi pravou a levou DK u hamstringů ukazuje statisticky významný rozdíl taktéž mezi třetím a čtvrtým měřením s hladinou významnosti $p < 0,01$. Poměr předozadní asymetrie u dominantní DK pak zaznamenal statisticky významné rozdíly mezi prvním a druhým měřením s hladinou významnosti $p < 0,03$ a mezi prvním a čtvrtým měřením s hladinou významnost $p < 0,02$. V porovnání se studií Kroupy (2018), který zaznamenal u profesionálních fotbalistů kategorie U21 medián v maximální síle extenzorů dominantní DK $2,92 \text{ N.m.kg}^{-1}$ a flexorů $1,89 \text{ N.m.kg}^{-1}$, hráči florbalu během florbalové sezóny dosáhli nejvyššího mediánu v prvních měřeních s hodnotami u maximální síly extenzorů dominantní DK $2,98 \text{ N.m.kg}^{-1}$ a flexorů $1,64 \text{ N.M.kg}^{-1}$. Z porovnání je patrné, že předozadní asymetrie u dominantní DK je významnější u hráčů florbalu, i když výkon extenzorů dominantní DK hráčů florbalu je vyšší oproti hráčům fotbalu. Ve srovnání se studií Regála (2018), který komparoval vliv tréninků skupin Men's Physique a Street Workout, skupin Men's Physique dosahovala mediánu u maximální síly extenzorů na dominantní DK $3,11 \text{ N.m.kg}^{-1}$ a u skupiny Street Workout $3,01 \text{ N.m.kg}^{-1}$. Medián dominantní DK extenzorů skupiny Men's Physique $1,59 \text{ N.m.kg}^{-1}$ a skupina Street Workout $1,44 \text{ N.m.kg}^{-1}$. Maximální síla flexorů dominantní končetiny je významnější u skupin Men's Physique a Street Workout, než u hráčů florbalu. Maximální síla extenzorů je významnější u hráčů florbalu, než u skupin Men's Physique a Street Workout. V tomto ohledu porovnání všech tří studií mají nejvýznamnější předozadní asymetrii dominantní DK závodníci skupin Men's Physique a Street Workout, za nimi jsou hráči florbalu a vůbec

nejméně významnou asymetrií v porovnání s ostatními trpí hráči fotbalu kategorie U21. S přihlédnutím k faktu, že u testu svalové síly flexorů a extenzorů kolenního kloubu je důležitý především vzájemný poměr, můžeme konstatovat, že v porovnání těchto tří (respektive čtyř skupin) dosáhli lepšího výsledku fotbalisté ve studiích Kroupy (2018). Asymetrie může vést k následnému zranění (Pilný, 2007). Ideální poměr mezi flexory a extensory pro zajištění optimálního sportovního výkonu je minimálně 55 % (viz. příloha č. 8). Je tedy vhodné sledovat unilaterální poměr flexorů a extenzorů kolene (Pilný, 2007).

V práci byly stanoveny následující hypotézy:

H₁: Výsledky rozložení svalové hmoty v segmentální analýze tělesného složení dolních končetin budou shodné v měření vstupním a výstupním.

Tato hypotéza není potvrzena.

Výsledky mezi prvním a čtvrtým měřením, tedy mezi měřením vstupním a výstupním, nám ukazují statisticky významné rozdíly. Hypotéza H₁ vycházela z faktu, že vstupní a výstupní měření bylo prováděno ve stejném období, pouze v jiné sezóně, tedy by se zde neměly nacházet významné rozdíly. To, že jsme zde našli statisticky významný rozdíl, může být zapříčiněno odlišným mikrocyklem v období před play off (období vstupního i výstupního měření), ale také změnou kondičního trenéra, který mohl inovovat silovou přípravu, či obecně kondiční tréninky hráčů florbalu a mohl vytvořit právě významný rozdíl mezi těmito obdobími.

H₂: Výsledky rozložení svalové hmoty v segmentální analýze tělesného složení dolních končetin a trupu ve druhém měření budou signifikantně vyšší než v měření třetím.

Tato hypotéza není potvrzena.

Výsledky segmentální analýzy tělesného složení nenalezly signifikantně vyšší rozdíl mezi druhým a třetím měřením ani u jednoho z námi vybraných parametrů. Jedná se nám o období přípravné a průběh sezóny. Je tedy možné, že hráči florbalu po ukončení přípravné části zařadili do svého tréninkového plánu jednotku (nebo jednotky) udržovací, tedy přiměřeně stimulovali svalová vlákna a tím pádem nedošlo ke statisticky významnému rozdílu mezi jednotlivými obdobími. Alternativní úvaha nám

nabízí možnost, že hráči neměli dostatečně kvalitní přípravu (v období přípravném), a nedošlo tedy k řádné hypertrofii svalstva, což by mohl naznačovat i fakt, že se nenašel statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým měřením. Cílem přípravného období by mělo být zvýšení fyzické kondice, nárůst svalové hmoty, tedy obecně trénink pohybových schopností. V úzkém měřítku se hypertrofie svalů dolních končetin a trupu v segmentální analýze tělesného složení mezi měřeními nepotvrdila.

H₃: Úroveň posturální stability bude signifikantně vyšší v přípravném období než v ostatních částech sezóny.

Tato hypotéza není potvrzena.

V porovnání druhého měření (přípravné období) s ostatními měřeními nenalezneme statisticky významné rozdíly. Na první pohled se nám čísla u parametru FLL mohou zdát relativně nižší než u ostatních měření, ale nejsou statisticky významná. Při tvorbě hypotézy jsem vycházel z faktu, že během přípravného období se florbalové týmy zaměřují na všechny druhy kompenzačního cvičení. Bylo tedy logické hypotézu H₃ stanovit takto. Možné důsledky v nenalezení statisticky významných rozdílů, které by hrály ve prospěch přípravného období, vidím v zařazení kompenzačních jednotek právě během soutěžního období a období před play off, kdy se trenéři i hráči soustředí na vrchol sezóny a dbají zvýšené opatrnosti o své zdraví. Tento fakt může vypovídat i o charakteru přípravného období.

H₄: Úroveň maximální svalové síly bude signifikantně vyšší v přípravném období než v ostatních částech sezóny.

Tato hypotéza není potvrzena.

Výsledky maximální svalové síly v druhém měření, u které hypotéza H₄ předpokládala signifikantně vyšší svalovou sílu v přípravném období než v ostatních částech sezóny, se nepotvrdila, protože se nenašel statisticky významný rozdíl mezi obdobími. Předpokládaný rozvoj svalové síly v průběhu sezóny se očekává v přípravném období. Tato myšlenka mě vedla k tvorbě hypotézy H₄. Tento fakt spolu s nepotvrzenými hypotézami H₂ a H₃ může značit velice specifické přípravné období, kde se hráči mohli věnovat netradičně spíše taktickým a technickým věcem, tedy učení se novým pohybovým dovednostem a jejich cvičení. I proto mohl být tradiční trénink pohybových schopností minimalizován a nenašli jsme statisticky významné rozdíly.

K tomu faktu by ale bylo zapotřebí udělat zpětné dotazníkové šetření o charakteru přípravného období v roce 2018 na sezónu 2018/2019.

H₅: Úroveň maximální explozivní síly bude signifikantně vyšší v období před play off než v ostatních částech sezóny.

Tato hypotéza není potvrzena.

Průměrné výsledky během florbalové sezóny v jednotlivých měřeních ve všech testech ukazují nejvyšší hodnoty v druhém měření, tedy přípravném období. Několik testů sice ukazuje statisticky významné změny mezi měřeními. První a druhé měření u testu CMFJ, CMJ i SQJ, žádné z nich ale není ve prospěch období před play off, ale ukazuje statisticky významné zvýšení v období přípravném. I když porovnáváme statistickou významnost mezi měřeními prvním a třetím i mezi druhým a čtvrtým, tak nenalezneme statisticky významný rozdíl, který by ukazoval zvýšení maximální explozivní síly v období před play off (první a čtvrté měření). Je tedy možné, že přípravné období bylo ve znamení tréninku explozivní síly, která je pro florbalového hráče důležitá. Při tvorbě hypotézy H₅ jsem bral v úvahu charakter tréninků před play off, který se explozivní silou zabývá, zařazuje jednotlivé úseky na začátek tréninku.

6 Závěr

Testová baterie, kterou jsme použili v mé práci je běžně využívaná v mnoha sportovních hrách i sportech obecně. Nejčtenější a vzhledem k tuzemskému sportu i nejběžnější testování probíhá u hráčů fotbalu, kde jsou hráči nuceni podstupovat několikrát během ročního tréninkového cyklu měření tělesného složení, posturální stabilitu či silové projevy. Testováním se zjišťuje nejen aktuální připravenost a trénovanost na sportovní výkon, ale může odhalit tělesné asymetrie, a tak předejít nechtěnému zranění. Florbal je svým pohybem a fyziologickými nároky dosti podobný fotbalu či hokeji a hokeji navíc i pravidly. Bylo by velice vhodné, kdyby se kluby vrcholových florbalistů naší elitní soutěže více zajímaly o zdravotní stav svých sportovců a odpovídajícími testy by dokázaly predikovat a předcházet nechtěným zraněním, která mohou být pro sportovce definitivním ukončením jejich kariéry a pro klub ztrátou klíčového hráče a financí vynaložených za jeho trénink či koupi. Sekundárním cílem bylo vytvoření přehledu, profilu, florbalových hráčů v jednotlivých testech a možné komparace do budoucna s ostatními studii.

Stěžejním cílem této práce bylo objektivně, a především statisticky zhodnotit, jaká část florbalové sezóny je zatížena největší svalovou asymetrií z důvodu specifické zátěže, kterou florbal vytváří. V mé práci jsem v první řadě sledoval změny v průběhu jednotlivých měření, tak jak šly za sebou, pro testování některých hypotéz jsem musel provést i analýzu dat napříč měřeními. Na základě výsledků nelze jednoznačně stanovit, která část sezóny je nejvíce riziková a z pohledu svalové asymetrie nejvíce zatížená. Výsledky nám lehce naznačují, že by se mohlo jednat o období v průběhu třetího měření, tedy průběh sezóny podzimní části. K tomu, abychom toto tvrzení mohli zobecnit, přijmout za dogma, je potřeba dalších výzkumů na vyšších počtech probandů. Doufám, že tato práce poodhalila problémy spojené se svalovou asymetrií v průběhu florbalové sezóny.

Zjistili jsme relativně zvýšené výsledky u posturální stability, které by se u vrcholových, byť stále amatérských hráčů florbalu, neměly vyskytovat. Je to jakýsi první indikátor neharmonického stimulování hlubokého stabilizačního systému. V tělesném složení oproti hráčům fotbalu pozorujeme zvýšenou hmotnost, která ale neznamená vždy negativní vliv na výkon sportovce. Důležitějším faktorem je procento tukové tkáně, jehož průměrná hodnota dosahovala 15,4 % v prvním měření. Zarážející

výsledky můžeme vidět v pravolevé asymetrii flexorů i extenzorů, která je významná zejména v období sezóny, tedy v době třetího měření. Nemůžeme tvrdit, že by si hráči florbalu neuvědomovali důležitost symetrického rozvoje pohybového aparátu, ale najít způsob, jak dosáhnout harmonického rozvoje a výkonnostního rozvoje je velice obtížné, protože většina hráčů, týmů i trenérů upřednostňuje výkonnostní charakter, kterým chce dosáhnout stanovených cílů, a nedbá tak na zdravotní rizika. Symetrický rozvoj je ovšem z větší části kladen do rukou jednotlivců a jsou stále upozorňováni z řad kondičních trenérů a fyzioterapeutů na jeho důležitost a možnost kompenzace ve volném čase, který ovšem ne každý hráč chce trávit opět tréninkem.

U testů explozivní síly vidíme statisticky významné zlepšení v přípravném období. Je tedy patrné, že trenéři si uvědomují, jak je florbal charakteristický svou dynamikou a náročností právě na explozivní sílu. Zároveň i v tomto období zaznamenal nejméně 10% procentuální rozdíl v rámci florbalové sezóny mezi jednotlivými dolními končetinami. Opět se nám zde vyskytuje trend, stejně jako u svalové síly, mírné asymetrie. Z celkového hlediska oproti studiím fotbalových hráčů je značný pokles ve výšce výskoku, byť byla nejméně 10% v přípravném období, tak stejně nedosahovala nijak ohromujících výsledků, a tedy lze konstatovat, že v tomto směru jsou hráči florbalu daleko za profesionálními hráči fotbalu.

Z celkového pohledu, průřezu florbalové sezóny, se ukazuje období přípravné jako období, které je zatíženo nejvíce asymetriemi. V tomto období je zároveň absence klasických florbalových tréninků, což mě vede k zamyšlení nad přípravným obdobím hráčů florbalu. Zajímavým zaměřením by byla kvalitativní analýza cviků v průběhu přípravného období, která by mohla odhalit i problematiku svalových asymetrií.

V závěru si dovoluji konstatovat, že jsem přinesl nové, zajímavé poznatky o úrovni tělesného složení, posturální stability a silových schopností HK a DK u hráčů florbalu, kteří z hlediska kvantitativního, ale i kvalitativního výzkumu nejsou zdaleka tak monitorováni jako naši fotbaloví kolegové. Osobně doporučuji jednotlivým týmům, aby se laboratorních vyšetření účastnily v pravidelném intervalu, zařazovaly kompenzační cvičení a přemýšlely o stavbě tréninků v jednotlivých částech florbalové sezóny a skladbě jejich cvičení.

Seznam literatury

- 1) BLAHUŠOVÁ, Eva. *Životní styl wellness: zdravé cvičení pro pohodu*. Praha: Olympia, 1995. ISBN 80-7033-362-6.
- 2) BERENCSI, Andrea, ISHIHARA, Masami, IMANAKA, Kuniyasu, GENTY, Marc, FERRET, Jean-Marcel. The functional role of central and peripheral vision in the control of posture: treaties and international agreements registered or filed and recorded with the Secretariat of the United Nations. *Human Movement Science* [online]. 2005, 1972, **24**(5-6), 689-709 [cit. 2019-03-07]. DOI: 10.1016/j.humov.2005.10.014. ISSN 01679457. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167945705000916>
- 3) BUCHANAN, John J., HORAK, Fay B., BINET, Johnny, GENTY, Marc, FERRET, Jean-Marcel. Emergence of Postural Patterns as a Function of Vision and Translation Frequency: treaties and international agreements registered or filed and recorded with the Secretariat of the United Nations. *Journal of Neurophysiology* [online]. 1999, 1972, **81**(5), 2325-2339 [cit. 2019-03-07]. DOI: 10.1152/jn.1999.81.5.2325. ISSN 0022-3077. Dostupné z: <http://www.physiology.org/doi/10.1152/jn.1999.81.5.2325>
- 4) BUNC, Václav. *Školní mládež v konci 20. století. Závěrečná zpráva projektu MŠMT*. Praha: FTVS UK, 2000.
- 5) BUUREN, Stef van, GROOTHUIS-OUDSHOORN, Karin. Mice: Multivariate Imputation by Chained Equations in R. *Journal of Statistical Software* [online]. 2011, **45**(3) [cit. 2019-03-26]. DOI: 10.18637/jss.v045.i03. ISSN 1548-7660. Dostupné z: <http://www.jstatsoft.org/v45/i03/>
- 6) BURSOVÁ, Marta. *Kompenzační cvičení: uvolňovací, protahovací, posilovací*. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-0948-1.

- 7) CACEK, Jan. *Sportovní geny: základní principy a techniky*. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-1873-3.
- 8) CROISIER, Jean-Louis, GANTEAUME, Sebastien, BINET, Johnny , GENTY, Marc FERRET, Jean-Marcel. Strength Imbalances and Prevention of Hamstring Injury in Professional Soccer Players: treaties and international agreements registered or filed and recorded with the Secretariat of the United Nations. *The American Journal of Sports Medicine* [online]. 2017, 1972, **36**(8), 1469-1475 [cit. 2019-03-07]. DOI: 10.1177/0363546508316764. ISSN 0363-5465. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546508316764>
- 9) ČERMÁK, Josef, CHVÁLOVÁ, Olga, BOTLÍKOVÁ, Vladana. *Záda už mě nebolí*. [1. vyd.]. Praha: Svojtka a Vašut, 1992. ISBN 80-855-2118-0.
- 10) ČIHÁK, Radomír, CHVÁLOVÁ, Olga, BOTLÍKOVÁ, Vladana. *Anatomie*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-3817-8.
- 11) DE KEGEL, Alexandra., DHOOGHE, Ingeborg J.M., CAMBIER, Drick C., BAETENS, Tina, PALMANS, Tabbeke, VAN WAELVELDE, Hilde. Test–retest reliability of the assessment of postural stability in typically developing children and in hearing impaired children: treaties and international agreements registered or filed and recorded with the Secretariat of the United Nations. *Human Movement Science*[online]. 2011, 1972, **33**(4), 679-685 [cit. 2019-03-07]. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2011.02.024. ISSN 09666362. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636211000749>
- 12) DE WOLF, Sander, SLIJPER, Harm, LATASH, Mark L.. Anticipatory postural adjustments during self-paced and reaction-time movements: treaties and international agreements registered or filed and recorded with the Secretariat of the United Nations. *Experimental Brain Research* [online]. 1998, 1972, **121**(1), 7-19 [cit. 2019-03-07]. DOI: 10.1007/s002210050431. ISSN 0014-4819. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s002210050431>

- 13) DIMON, Theodore. *Anatomie těla v pohybu: základní kurz anatomie kostí, svalů a kloubů*. Druhé, revidované vydání. Praha: Euromedia, 2017. ISBN 978-80-7549-158-9.
- 14) DOMBRATH, Winni. *Floorball und Hockeyvarianten*. 3. Auflage. Lehrerfachverlage: Auer Verlag, 2018. ISBN 978-3-403-07231-7.
- 15) DOVALIL, Josef, PERIČ, Tomáš. *Sportovní trénink*. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-2118-7.
- 16) DUNGL, Pavel. *Ortopedie*. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4357-8.
- 17) DYLEVSKÝ, Ivan. *Funkční anatomie*. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-3240-4.
- 18) DYLEVSKÝ, Ivan. *Speciální kineziologie*. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-1648-0.
- 19) DYLEVSKÝ, Ivan. *Obecná kineziologie*. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2007. kondice. ISBN 978-80-247-1649-7.
- 20) FETZ, Friedrich. *Sensomotorisches Gleichgewicht im Sport*. 2. Wien: Österr. Bundesverl, 1990. ISBN 978-80-247-1649-7.
- 21) FROST, Robert. *Aplikovaná kineziologie: základní principy a techniky*. Olomouc: Fontána, 2013. ISBN 978-80-7336-708-4.
- 22) FULLER, Nigel. J., ELIA, Maurizio. (1989) Potential use of bioelectrical impedance of the 'whole body' and of body segments for the assessment of body composition:

comparison with densitometry and anthropometry. *European Journal of Clinical Nutrition*, vol. 43, no. 11, p. 779–791. ISSN: 0954-3007

- 23) GRASGRUBER, Pavel, CACEK, Jan. *Sportovní geny*. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-1873-3.
- 24) GRYC, Tomáš. *Kinematika a inverzní dynamika vybraného typu golfového švihů*: diplomová práce. Praha: Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2008. 69s. Vedoucí diplomové práce František Zahálka.
- 25) GRYC, Tomáš. *Vztah mezi posturální stabilitou a pohybovými aktivitami*: Disertační práce. Praha: Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2014. 134s. Vedoucí disertační práce František Zahálka.
- 26) GSTÖTTNER, Michaela, NEHER, Andreas, SCHOLTZ, Arne, MILLONIG, Martin, LEMBERT, Sandra, RASCHNER, Christian. Balance Ability and Muscle Response of the Preferred and Nonpreferred Leg in Soccer Players. *Motor Control*[online]. 2009, **13**(2), 218-231 [cit. 2019-03-30]. DOI: 10.1123/mcj.13.2.218. ISSN 1087-1640. Dostupné z: <http://journals.humankinetics.com/doi/10.1123/mcj.13.2.218>
- 27) HAFSTRÖM, Anna, FRANSSON, Per-Anders, KARLBERG, Mikael, LEDIN, Torbjörn, MAGNUSSON, Mans. Visual Influence on Postural Control, With and Without Visual Motion Feedback. *Acta Oto-Laryngologica* [online]. 2009, **122**(4), 392-397 [cit. 2019-03-07]. DOI: 10.1080/00016480260000076. ISSN 0001-6489. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00016480260000076>
- 28) HANUŠ, Milan, ZAHÁLKA, František, MALÝ, Tomáš, GRYC, Tomáš, HRÁSKÝ, Pavel, MALÁ, Lucie. SELECTED PARAMETERS OF EXPLOSIVE STRENGTH OF YOUNG ELITE SOCCER PLAYERS. *Sport Research Centre* [online]. 2011, (17), 53-59 [cit. 2019-03-30]. ISSN 1803-9790. Dostupné z: <http://dspace.tul.cz/handle/15240/21169?show=full>
- 29) HANZLOVÁ, Jitka, HEMZA, Jan. *Základy anatomie pohybového ústrojí*. 2., dopl. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2009. ISBN 978-80-210-4937-6.

- 30) HAVLÍČKOVÁ, Ladislava. *Fyziologie tělesné zátěže I: obecná část*. 2. vyd. Praha: Karolinum, 1999. ISBN 80-718-4875-1.
- 31) HELLER, Jan, VODIČKA, Pavel. *Praktická cvičení z fyziologie tělesné zátěže*. Praha: Karolinum, 2011. ISBN 978-802-4619-767.
- 32) HORAK, Fay B. Clinical Measurement of Postural Control in Adults. *Physical Therapy* [online]. 1987, **67**(12), 1881-1885 [cit. 2019-03-08]. DOI: 10.1093/ptj/67.12.1881. ISSN 0031-9023. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ptj/article/2728168/Clinical>
- 33) HORAK, Fay B. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls. *Age and Ageing* [online]. 2006, **35**(suppl_2), ii7-ii11 [cit. 2019-03-08]. DOI: 10.1093/ageing/af1077. ISSN 1468-2834. Dostupné z: http://academic.oup.com/ageing/article/35/suppl_2/ii7/15654/Postural-orientation-and-equilibrium-what-do-we
- 34) NICHOLS, Deborah S, GLENN, Terri M., HUTCHINSON, Karren J.. Changes in the Mean Center of Balance During Balance Testing in Young Adults: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls. *Physical Therapy* [online]. 1995, **75**(8), 699-706 [cit. 2019-03-08]. DOI: 10.1093/ptj/75.8.699. ISSN 0031-9023. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ptj/article/2632949/Changes>
- 35) CHUMLEA, Wililiam C., GUO, Schumei S. Bioelectrical Impedance and Body Composition: Present Status and Future Directions. *Nutrition Reviews* [online]. 1994, **52**(4), 123-131 [cit. 2019-03-08]. DOI: 10.1111/j.1753-4887.1994.tb01404.x. ISSN 00296643. Dostupné z: <https://academic.oup.com/nutritionreviews/article-lookup/doi/10.1111/j.1753-4887.1994.tb01404.x>

- 36) IRRGANG, James J., WHITNEY, Susan L., COX, Emily D.. Balance and Proprioceptive Training for Rehabilitation of the Lower Extremity. *Journal of Sport Rehabilitation* [online]. 1994, **3**(1), 68-83 [cit. 2019-03-08]. DOI: 10.1123/jsr.3.1.68. ISSN 1056-6716. Dostupné z: <http://journals.humankinetics.com/doi/10.1123/jsr.3.1.68>
- 37) POTTER, Kristin. *Methods for presenting statistical informatik: The box plot*. [cit. 2019-03-26]. Dostupné z: <http://www.sci.utah.edu/~kpotter/publications/potter-2006-MPSI.pdf>
- 38) VAŘEKA, Ivan. Posturální stabilita (2. část). Řízení, zajištění, vývoj, vyšetření. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2002, **9**(4), 122-129. ISSN 1211-2658.
- 39) JANČOVÁ, Jana, KOHLÍKOVÁ, Eva. Regresní změny stárnoucího organismu a jejich vliv na posturální stabilitu. Praha: *Rehabilitace a Fyzikalni Lekarstvi*. 2007, 14(4) pp. 155–162.
- 40) JAVŮREK, Jan. *Vybrané kapitoly ze sportovní kineziologie*. Praha: ČSTV, 1986. 322 s.
- 41) SNELLMAN, Ketu, PARKKARI, Jari, KANNUS, Pekka, LEPPÄLÄ, Jari, VUORI, Ikka, JÄRVINEN, Markku. Sports Injuries in Floorball: A Prospective One-Year Follow-Up Study. *International Journal of Sports Medicine* [online]. **22**(7), 531-536 [cit. 2019-03-08]. DOI: 10.1055/s-2001-17609. ISSN 01724622. Dostupné z: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-2001-17609>
- 42) KENDALL, F. Peterson. *Muscles: testing and function with posture and pain*. 5th ed. Baltimore, MD, c2005. ISBN 978-0781747806.
- 43) KOLÁŘ, Pavel. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2009. ISBN 978–807–2626–571.
- 44) KOLÁŘ, Pavel. *Clinical rehabilitation*. Praha: Alena Kobesová, 2013. ISBN 978-80-905438-0-5.

- 45) KROUPA, Jakub. *Identifikace a komparace silových schopností u elitních fotbalistů v závislosti na ontogenezi*: Bakalářská práce. Praha: Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2018. 65s., 1 l. příl.. Vedoucí bakalářské práce Tomáš Malý.
- 46) KRIŠTOFIČ, Jaroslav. *Gymnastika pro zdravotní a kondiční účely*. Praha: ISV, 2000. Tělovýchova. ISBN 80-858-6654-4.
- 47) KYSEL, Jiří. *Florbal: kompletní průvodce*. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-3615-0.
- 48) LATASH, Mark L. *Neurophysiological Basis of Movement*. Second Edition. Champaign, United States: Human Kinetics Publishers, 2008. ISBN 978-0736063678.
- 49) LEE, Alex J.Y., LIN, Wei-Hsiu. The Influence of Gender and Somatotype on Single-Leg Upright Standing Postural Stability in Children. *Journal of Applied Biomechanics* [online]. 2007, **23**(3), 173-179 [cit. 2019-03-08]. DOI: 10.1123/jab.23.3.173. ISSN 1065-8483. Dostupné z: <http://journals.humankinetics.com/doi/10.1123/jab.23.3.173>
- 50) LEE, Katherine J., SIMPSON, Julie A.. Introduction to multiple imputation for dealing with missing data. *Respirology*[online]. 2014, **19**(2), 162-167 [cit. 2019-04-02]. DOI: 10.1111/resp.12226. ISSN 13237799. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/resp.12226>
- 51) LEPPÄNEN, Mari, PASANEN, Kati, KUJALA, Urho M., PARKKARI, Jari. Overuse injuries in youth basketball and floorball. *Open Access Journal of Sports Medicine* [online]. [cit. 2019-03-08]. DOI: 10.2147/OAJSM.S82305. ISSN 1179-1543. Dostupné z: <http://www.dovepress.com/overuse-injuries-in-youth-basketball-and-floorball-peer-reviewed-article-OAJSM>
- 52) LEVITOVÁ, Andrea, HOŠKOVÁ, Blanka. *Zdravotně-kompenzační cvičení*. Praha: Grada Publishing, 2015. ISBN 978-80-247-4836-8.

- 53) MÁČEK, Miloš, RADVANSKÝ, Jiří. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén, 2011. ISBN 978-80-7262-695-3.
- 54) MALÁ, Lucie, ZAHÁLKA, František, BUNC, Václav. *Fitness assessment: body composition*. Prague: Karolinum, 2014. ISBN 978-80-246-2560-7.
- 55) MARTÍNKOVÁ, Zuzana. *Florbal: Praktický průvodce tréninkem mládeže*. Praha: Česká florbalová unie, 2009. 162 s.
- 56) MOSTER, René, MOSTEROVÁ, Zdeňka. *Sportovní traumatologie*. 2. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2007. ISBN 978-80-210-4312-1.
- 57) MUTHÉN, Linda K., MUTHÉN, Bengt O. (1998-2011). *Mplus User's Guide. Sixth Edition*. Los Angeles, CA: Muthén & Muthén.
- 58) NORGAN, Nicholas G. Laboratory and field measurements of body composition. *Public Health Nutrition* [online]. 2005, **8**(7a) [cit. 2019-03-08]. DOI: 10.1079/PHN2005799. ISSN 1368-9800. Dostupné z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S1368980005001370
- 59) ORCHARD, John, MARSDEN, John, LORD, Stephan, GARLICK, David. Preseason Hamstring Muscle Weakness Associated with Hamstring Muscle Injury in Australian Footballers. *The American Journal of Sports Medicine* [online]. 2016, **25**(1), 81-85 [cit. 2019-03-08]. DOI: 10.1177/036354659702500116. ISSN 0363-5465. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/036354659702500116>
- 60) PASANEN, Kati, PARKKARI, Jari, KANNUS, Pekka, ROSSI, Luca, NATRI, Antero, JÄRVINEN. Markku. *Injury risk in female floorball: a prospective one-season follow-up* [online]. 2008, **18**(1), 49-54 [cit. 2019-03-08]. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2007.00640.x. ISSN 09057188. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1600-0838.2007.00640.x>
- 61) PASANEN, Kati, PARKKARI, Jari, PASANEN, Matti, HIILLOSKORPI, Hannele, MAKINEN, Tanja, JÄRVINEN, Markku, KANNUS, Pekka. Neuromuscular training

and the risk of leg injuries in female floorball players: cluster randomised controlled study. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 2008, **42**(10), 502-505 [cit. 2019-03-08]. DOI: 10.1136/bmj.a295. ISSN 0306-3674. Dostupné z: <http://bjsm.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bmj.a295>

62) PASANEN, Kati, PARKKARI, Jari, ROSSI, Luca, KANNUS, Pekka. Artificial playing surface increases the injury risk in pivoting indoor sports: a prospective one-season follow-up study in Finnish female floorball. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 2008, **42**(3), 194-197 [cit. 2019-03-08]. DOI: 10.1136/bjism.2007.038596. ISSN 0306-3674. Dostupné z: <http://bjsm.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bjism.2007.038596>

63) PARCHIMOWICZ, Milosz, MICHONSKI, Adam, PARCHIMOWICZ, Oktawia, LUBKOWSKA, Anna. Treatment of post-traumatic ankle ligament adhesions—case report. *Pomeranian Journal of Life Sciences* [online]. 2017, roč. 62, č. 3 [cit. 2017-12-27]. ISSN 2450-4637. Dostupné z: <http://ojs.pum.edu.pl/pomjlifesci/article/view/188>

64) PILNÝ, Jaroslav. *Prevence úrazů pro sportovce: popis zranění, první pomoc, léčba, rehabilitace*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1675-6.

65) REGÁL, Ondřej. *Vliv rozdílného způsobu silového tréninku na tělesné složení, posturální stabilitu a svalovou a explozivní sílu u skupin závodníků v Men's physique a vrcholových Street Workout atletů*: Diplomová práce. Praha: Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2018. 78s., 3s příl. Vedoucí práce Tomáš Gryc.

66) RIACH, Cindy L., STARKES, Janet L.. *Stability limits of quiet standing postural control in children and adults* [online]. 1993, **1**(2), 105-111 [cit. 2019-03-10]. DOI: 10.1016/0966-6362(93)90021-R. ISSN 09666362. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/096663629390021R>

67) RIEGEROVÁ, Jarmila, PŘIDALOVÁ, Miroslava, ULBRICHOVÁ, Marie. *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: (příručka funkční antropologie)*. 3. vyd. Olomouc: Hanex, 2006. ISBN 80-857-8352-5.

- 68) RIEGEROVÁ, Jarmila, PŘIDALOVÁ, Miroslava. Methodological aspects of body constitution evaluation an analysis of anthropometric methodology. *Acta Univ. Palacki. Olomuc., Gymn.*[online].**2002**(32), 61-65 [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: https://pdfs.semanticscholar.org/1865/2d2d92630af0b7e24db4e9a05e76270f5096.pdf?_ga=2.123976450.943981283.1552223949-143344088.1546694109
- 69) SELIGER, Václav, VINAŘICKÝ, Richard, TREFNÝ, Zdeněk. *Fyziologie člověka pro fakulty tělesné výchovy a sportu: učebnice pro posluchače studijního oboru tělesná výchova a sport*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1983.
- 70) SIMONEAU, Guy G., ULBRECHT, Jan S., DERR, Janice A., CAVANAGH, Peter R.. *Role of somatosensory input in the control of human posture* [online]. 1995, **3**(3), 115-122 [cit. 2019-03-10]. DOI: 10.1016/0966-6362(95)99061-O. ISSN 09666362. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/096663629599061O>
- 71) SKRUŽNÝ, Zdeněk. *Florbal: technika, trénink, pravidla hry*. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-0383-1.
- 72) SUCHOMEL, Tomáš. *Stabilita v pohybovém systému a hluboký stabilizační systém- podstata a klinická východiska*. Rehabilitace a fyzikální lékařství. Praha: 2006, roč. 13, č. 3, s. 112-124. ISSN 1211-2658
- 73) VALENTA, Jiří. *Základy chirurgie*. 2., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Galén, 2007. ISBN 978-80-7262-403-4.
- 74) VAIDOVÁ, Eva, ZAHÁLKA, František, MALÝ, Tomáš, GRYC, Tomáš, TEPLAN, Jaroslav. *Asymetrie dolních končetin vzhledem k vybraným parametrům, tělesného složení a posturální stability u fotbalistek*. *Česká Kinantropologie* [online]. 2012, **16**(3), 229-238 [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: <http://www.jvsystem.net/app34/download/Ceska-Kinantropologie-2012-03.pdf>
- 75) VAŘEKA, Ivan, *Pohybové ústrojí: pokroky ve výzkumu, diagnostice a terapii*. Praha: Národní lékařská knihovna, 1994. ISBN 1210-7182.

- 76) VAŘEKA, Ivan, DVOŘÁK, Radmil. Posturální model řetězení poruch funkce pohybového systému. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 2001, **8**(1), 33-37 [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: <https://www.medvik.cz/bmc/link.do?id=bmc01006001>
- 77) VAŘEKA, Ivan, DVOŘÁK, Radmil. Těžiště a ontogeneze lidské motoriky. *Pohyb a zdraví* [online]. 1999, **1999**, 545-547 [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: <https://www.medvik.cz/bmc/link.do?id=bmc00008406>
- 78) VĚLE, František. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Praha: Triton, 2006. ISBN 80-725-4837-9.
- 79) VĚLE, František. *Kineziologie posturálního systému*. Praha: Karolinum, 1995. ISBN 80-718-4100-5.
- 80) VŠETULOVÁ, Eva, BUNC, Václav. Využití bioimpedanční metody pro stanovení procenta tělesného tuku obézních žen. *Časopis lékařů českých* [online]. 2004, **143**(8), 528-532 [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/casopis-lekaru-ceskych/2004-8/vyuziti-bioimpedancni-metody-pro-stanoveniprocenta-telesneho-tuku-obeznich-zen-25365>
- 81) VYSKOTOVÁ, Jana, MACHÁČKOVÁ, Kateřina. *Jemná motorika: vývoj, motorická kontrola, hodnocení a testování*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4698-2.
- 82) WILLIAMS, Mark A.. *Science and soccer: developing elite performers*. 3rd ed. New York: Routledge, 2013. ISBN 978-0-415-67210-8.
- 83) WILMORE, Jack H., COSTILL, Davil L.. *Physiology of sport and exercise*. 3rd ed. Champaign: Human Kinetics, 2004. ISBN 07-360-4489-2.
- 84) WOOLLACOTT, Marjorie, SHUMWAY-COOK, Anny. *Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research* [online]. 2002, **16**(1), 1-14 [cit. 2019-03-10]. DOI: 10.1016/S0966-6362(01)00156-4. ISSN 09666362. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636201001564>

85) ZATSIORSKY, Vladimir M. *Krafttraining: Praxis und Wissenschaft*. 2. Auflage. Aachen: Meyer and Meyer Verlag, 2016. ISBN 978-3-89899-945-8.

86) ZVONAŘ, Martin, DUVAČ, Igor. *Antropomotorika pro magisterský program tělesná výchova a sport*. Brno: Masarykova univerzita, 2011. ISBN 978-80-210-5380-9.

Seznam použitých zkratk a symbolů

a kol.	- a kolektiv
BIA	- bioimpedanční metoda/analýza
COF	- centre of force
COG	- centre of gravity
COP	- centre of press
COM	- centre of movement
CMJ	- Contermovement jump
CMFJ	- Contermovement jump free arms
CNS	- centrální nervová systém
č.	- číslo
DK	- dolní končetiny
DZS	- dolní zkřížený syndrom
FL-L	- minutový statický stoj na levé noze
FL-P	- minutový statický stoj na pravé noze
HK	- horní končetiny
HSS	- hluboký stabilizační systém
HZS	- horní zkřížený syndrom
LDK	- levná dolní končetina
LHK	- levá horní končetina
LSM	- Laboratoř sportovní motoriky
NS	- nervová systém
PDK	- pravá dolní končetina

PHK	- pravá horní končetina
SQJ	- Squat jump
TTW	- Total travel way of the center of pressure
Tzv.	- takzvané
US-OO	- 30 vteřinový úzký, statický stoj s otevřenýma očima
US-ZO	- 30 vteřinový úzký, statický stoj se zavřenýma očima
Viz.	- více

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Statické testy posturální stability.....	47
Tabulka 2 – Srovnání průměrných hodnot parametrů tělesného složení v průběhu florbalové sezóny.....	51
Tabulka 3 - Hodnocení průměrné celkové dráhy těžiště v testu posturální stability v průběhu florbalové sezóny.....	53
Tabulka 4 - Hodnocení explozivní síly DK v testu counter movement free arm jump v průběhu florbalové sezóny.....	54
Tabulka 5 - Hodnocení explozivní síly DK v testu counter movement jump s fixací HK v průběhu florbalové sezóny.....	55
Tabulka 6 - Hodnocení explozivní síly DK v testu squat jump s fixací HK v průběhu florbalové sezóny.....	56
Tabulka 7 - Hodnocení svalové síly quadricepsu v průběhu florbalové sezóny	58
Tabulka 8 - Hodnocení svalové síly hamstringu v průběhu florbalové sezóny.....	59
Tabulka 9 - Hodnocení silového poměru quadricepsu a hamstringu v průběhu florbalové sezóny	60

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Hyperlordóza, hyperkyfóza.....	24
Obrázek 2 - Antverze pánve	25
Obrázek 3 - Horní zkřížený syndrom	26
Obrázek 4 - Dolní zkřížený syndrom.....	27
Obrázek 5 - Tanita MC 980	37
Obrázek 6 - Tlaková deska Footscan	39
Obrázek 7 - Silová deska Kistler	40
Obrázek 8 - Cybex Humac Norm	42
Obrázek 9 - Protokol měření tělesného složení	46
Obrázek 10 - Stability screen, stoj o úzké bázi.....	48
Obrázek 11 - Průběh silových křivek pravé a levé končetiny během vertikálního výskoku.....	49
Obrázek 12 - Průběh silových křivek extenzorů.....	50

Seznam grafů

Graf 1 - Graf porovnání předozadního silového poměru nedominantní DK v průběhu florbalové sezóny.....	60
Graf 2 - Graf porovnání předozadního silového poměru dominantní DK v průběhu florbalové sezóny.....	60

Seznam příloh

Příloha 1 - Souhlas etické komise FTVS UK	13
Příloha 2 - Vzor informovaného souhlasu	14
Příloha 3 - Vzor výsledkového formuláře.....	15
Příloha 4 - Graf segmentální analýzy tělesného složení DK mezi vstupním a výstupním měřením	16
Příloha 5 - Graf rozdílů segmentální analýzy tělesného složení DK mezi druhým a třetím měřením.....	16
Příloha 6 - Graf výsledků posturální stability úzkých stojů v průběhu florbalové sezóny	17
Příloha 7 - Graf výsledků posturální stability stojů na jedné noze během florbalové sezóny	17
Příloha 8 - Tabulka poměru maximální síly flexorů a extenzorů	18
Příloha 9 - Tabulka srovnání parametrů tělesného složení v průběhu florbalové sezóny se směrodatnou odchylkou.....	18
Příloha 10 - Tabulka průměrných hodnot celkové dráhy těžiště v testu posturální stability v průběhu florbalové sezóny se směrodatnou odchylkou	19
Příloha 11 - Hodnocení explozivní síly DK v testu counter movement free arm jump v průběhu florbalové sezóny se směrodatnou odchylkou	19
Příloha 12 – Hodnocení explozivní síly DK v testu counter movement jump s fixací HK v průběhu florbalové sezóny se směrodatnou odchylkou	20
Příloha 13 - Hodnocení explozivní síly DK v testu squat jump s fixací HK v průběhu florbalové sezóny se směrodatnou odchylkou	20
Příloha 14 - Hodnocení svalové síly quadricepsu a hamstringu v průběhu florbalové sezóny se směrodatnou odchylkou	21

Příloha 1 - Souhlas etické komise FTVS UK

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Pozorování změn svalových disbalancí v průběhu florbalové sezóny

Forma projektu: Výzkumná práce - diplomová práce

Období realizace: Duben, 2018 – Duben, 2019

Předkladatel: Bc. Marian Jelínek

Hlavní řešitel: Bc. Marian Jelínek

Místo výzkumu (pracoviště): Laboratoř sportovní motoriky, UK FTVS

Vedoucí práce (v případě studentské práce): PhDr. Pavel Hráský Ph.D.

Popis projektu: V mé práci budu testovat svalové dysbalancie hráčů florbalu během celoročního cyklu. Zaměřím se především na to, zda se svalová dysbalance během přípravného období snižuje a během hlavní části zvyšuje, či nikoliv. Hráči budou testováni na přístrojích Cybex, Footscan a Kistler. Jedná se o kvantitativní tip studie, kde hlavním metodou sběru dat budou laboratorní testy. Cybex: Hodnocení svalového výkonu v izokinetickém režimu při různých rychlostech a době zatížení. Testována bude extenze/flexe v kolenním kloubu. Posuzuje se jak velikost maximálního a průměrného výkonu, tak i časové charakteristiky síly. Poukazuje se na unilaterální (poměry sil mezi agonisty a antagonisty) a bilaterální (pravolevé) symetrie jako preventivní ukazatel svalových dysbalancí. Kistler: Silová deska Kistler je zlatým standardem k měření inverzní dynamiky, tj., v tomto případě, reakci podložky na statické i dynamické rovnováhy, respektive posturální stability. Tlakové senzory umístěné v desce mohou snímat zatížení s frekvencí až 500 Hz. Výsledkem je časoplošná analýza pohybu centra tlaku a časové zatížení jednotlivých oporových segmentů.

Charakteristika účastníků výzkumu: V této práci bude otestováno přibližně 40 hráčů SFL a 1. ligy mužů ve věku 18let až 32let. Jedná se o poloprofesionální hráče. Všichni hráči mají platnou zdravotní prohlídku, dle směrnic ČFBÚ. Testování se nemůžou účastnit hráči, kteří jsou zdravotně indisponováni, nebo se doléčují ze zranění a to především v oblasti kolen a kotníků. K posouzení aktuální způsobilosti k testování dává svůj ústní souhlas týmový fyzioterapeut a kondiční trenér.

Zajištění bezpečnosti: Stanovená baterie měření, je metodou neinvazivní. Všichni respondenti tedy budou řádně informováni o bezpečnosti a poučení o zacházení s přístroji. Během testování budou všechny přístroje obsluhovány školeným personálem UK FTVS katedry Laboratoře sportovní motoriky. Dohled nad celým testováním bude mít tajemník katedry LSM PhDr. Pavel Hráský, Ph.D. Dále, všichni účastníci budou nejprve seznámeni s celou baterií testů a bude jim doporučeno řádné rozvíření. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu.

Etické aspekty výzkumu: Testování budou zletilí muži ve věku 18let a více. Výzkum se zaměřuje na omezení výskytu zranění v průběhu florbalové sezóny, především v klíčové části, tedy konce hlavní části a začátku play off, kdy je zatížení hráčů obrovské a jejich zdravotní stav neodpovídá vynaloženému úsilí v zápasech. Hráči jsou pak vystavováni nadměrnému zatěžování, které často vede ke zraněním.

Získaná data budou zpracovávána a bezpečně uchována v anonymní podobě a publikována v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Po anonymizaci budou osobní data smazána. Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie ani videozáznamy. V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Text informovaného souhlasu: přiložen

Povinnosti všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně.

Potvrzuji, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 22.3.2018

Podpis předkladatele:



Vyjádření Etické komise UK FTVS

Složení komise: Předsedkyně: doc. PhDr. Irena Parry Martinková, Ph.D.

Členové: prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

doc. MUDr. Jan Heller, CSc.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 005/2018

dne: 4.4.2018

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a neshledala žádné rozpory s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnici pro provádění výzkumu zahrnujícího lidské účastníky.

Rešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise.

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6

- 20 -

razítko UK FTVS

podpis předsedkyně EK UK FTVS

Příloha 2 - Vzor informovaného souhlasu

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážený pane,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, zákonem č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicíně č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu v rámci diplomové práce s názvem „Pozorování změn svalových disbalancí v průběhu florbalové sezóny“ prováděné na Fakultě tělesné výchovy a sportu univerzity Karlovy v laboratoři sportovní motoriky.

1. Cílem této práce, je zhodnotit míru svalové disbalance během florbalové sezóny.
2. Ve výzkumu bude použito měření a vyšetřovací metody.
3. V práci bude použito neinvazivních metod. Budete podrobeni testu na footscanu, cybex, kistler a bude Vám změřeno tělesné složení. Test na footscanu je test stability na tlakové desce, kde Vám změříme stabilitu úzkého stoje s otevřenými a zavřenými očima a stoje na jedné noze. Cybex je test síly dolních končetin, kde Vám bude změřena v dynamickém křesle síla dolních končetin antagonistů a synergistů. Kistler je test zaměřený na explozivní sílu dolních končetin. Budete zde provádět výskoky v různých polohách na tlakové desce.
4. Měření bude probíhat 4x a to v období od dubna 2018 do dubna 2019. Měření třech výše uvedených testů nezabere, déle než jednu hodinu.
5. Účast ve výzkumu se nedoporučuje lidem s častým poraněním v oblasti kolen, kotníků a zad. Testování se nemůžou účastnit hráči, kteří jsou zdravotně indisponováni, nebo se doléčují ze zranění a to především v oblasti kolen a kotníků. K posouzení aktuální způsobilosti k testování dává svůj ústní souhlas týmový fyzioterapeut a kondiční trenér.
6. Testy nejsou nijak fyzicky náročné a bolestivé. Jedná se o klidné testy s mírnou aktivitou respondenta. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu.
7. Tímto výzkumem respondent získá povědomí o svém zdravotním stavu vzhledem k posturální stabilitě a svalovým disbalancím.
8. Tento výzkum má upozornit na nutnou prevenci svalové disbalance během hlavní části florbalové sezóny.
9. Vaše účast v projektu nebude finančně ohodnocena.
10. Výsledky diplomové práce budou zveřejněny v rámci UK FTVS v elektronické podobě v repozitáři závěrečných prací UK, originál svazku diplomové práce bude k nahlédnutí ve studovně UK FTVS, eventuálně po vyžádání na emailové adrese: marianjelinek@seznam.cz
11. Získaná data budou zpracovávána a bezpečně uchována v anonymní podobě a publikována v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Po anonymizaci budou osobní data smazána. Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie ani videozáznamy. V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu Bc. Marian Jelínek

Podpis:

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení Bc. Marian Jelínek

Podpis:

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu.

Místo, datum

Jméno a příjmení účastníka Podpis:

Jméno a příjmení zákonného zástupce

Vztah zákonného zástupce k účastníkovi Podpis:

Příloha 3 - Vzor výsledkového formuláře

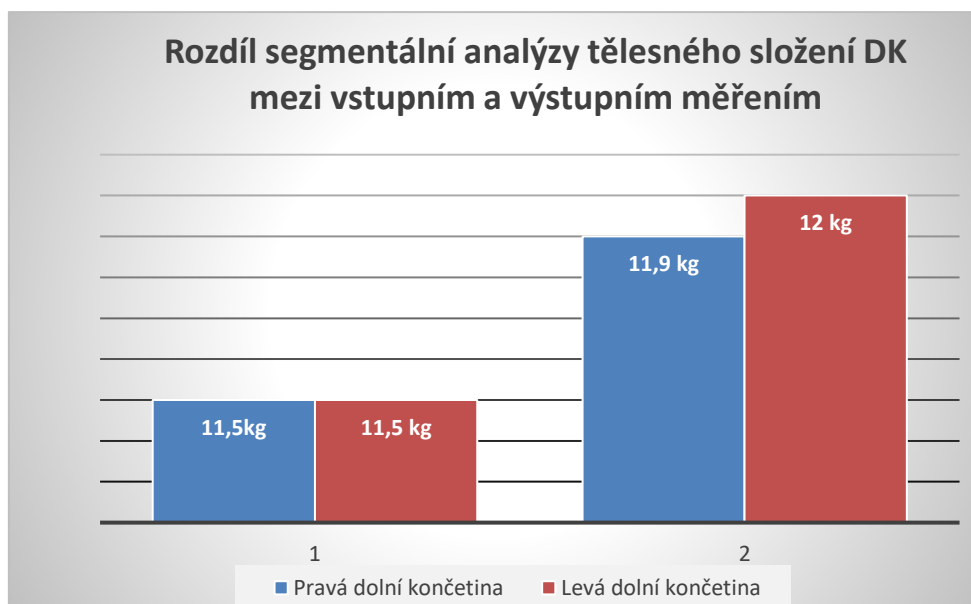
UK FTVS v Praze Laboratoř sportovní motoriky					
TĚLESNÉ SLOŽENÍ		ZÁTĚŽ	STABILITA	CYBEX	VÝSKOKY
BIA	TANITA				

EMAIL:						
JMÉNO:			SPORT:			
Datum narození:						
Datum vyšetření:						
Věk:	Maximální zátěžový test:		KREVNÍ TLAK:			
Výška (cm):	W170 ($W \cdot kg^{-1}$):					
Hmotnost (kg):	Max. výkon (km/h, W, sklon):					
			klid	I.subm.	II.subm.	max.
BIO (Ohmy):	Zatížení					
ECM/BCM:	VO_2 ($l \cdot min^{-1}$)					
TBW (l):	VO_2 ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)					
ICW (l):	V_E ($l \cdot min^{-1}$)					
ECW (l):	SF ($tepy \cdot min^{-1}$)					
BMR (kcal):	RER					
% tuku:	VO_2 (% max)					
TPH (kg):	SF (% max)					
Poznámky:	Vent. anaer. práh	VO_2 ($l \cdot min^{-1}$):	% max.			
		(km/h, 5 %):	% max.			
		SF ($tepy \cdot min^{-1}$)	% max.			
	LA max. (mmol/l)	SF_{ae} ($tepy \cdot min^{-1}$):				
		SF_{an} ($tepy \cdot min^{-1}$):				
		čas/1 km (min):				

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
zátěž								
SF								
čas max								

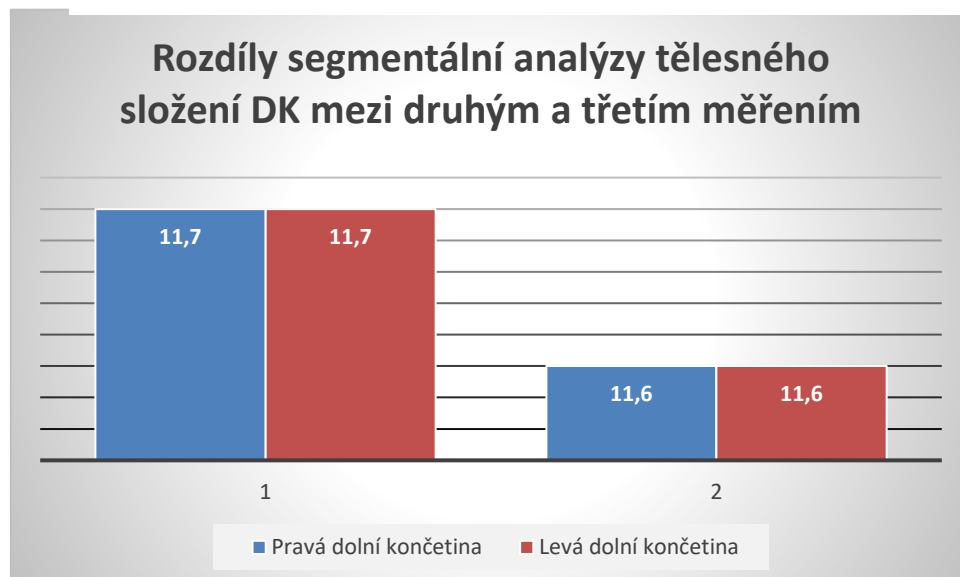
(Zdroj: Vlastní zdroj)

Příloha 4 - Graf segmentální analýzy tělesného složení DK mezi vstupním a výstupním měřením



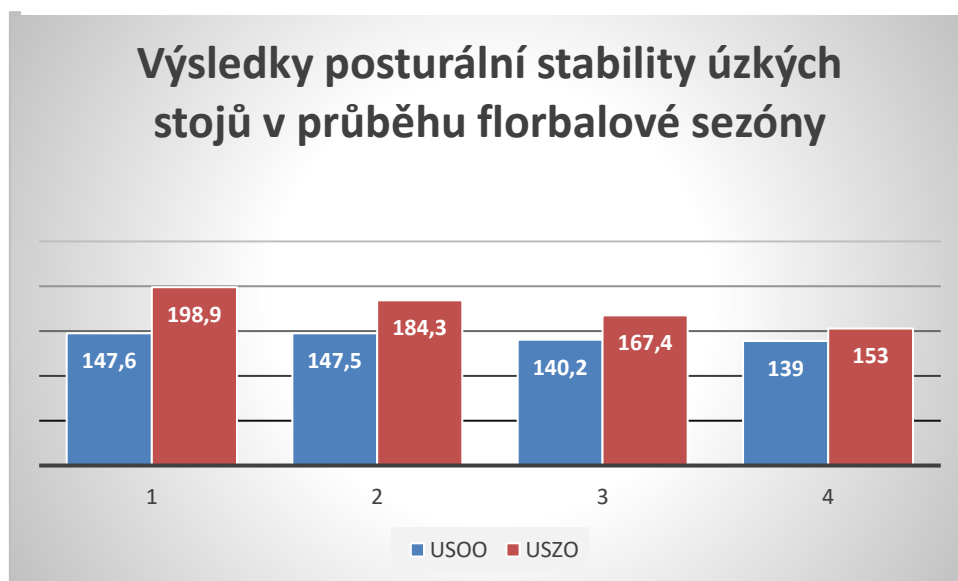
Legenda: DK – dolní končetiny; 1 -vstupní měření; 2- výstupní měření.

Příloha 5 - Graf rozdílů segmentální analýzy tělesného složení DK mezi druhým a třetím měřením



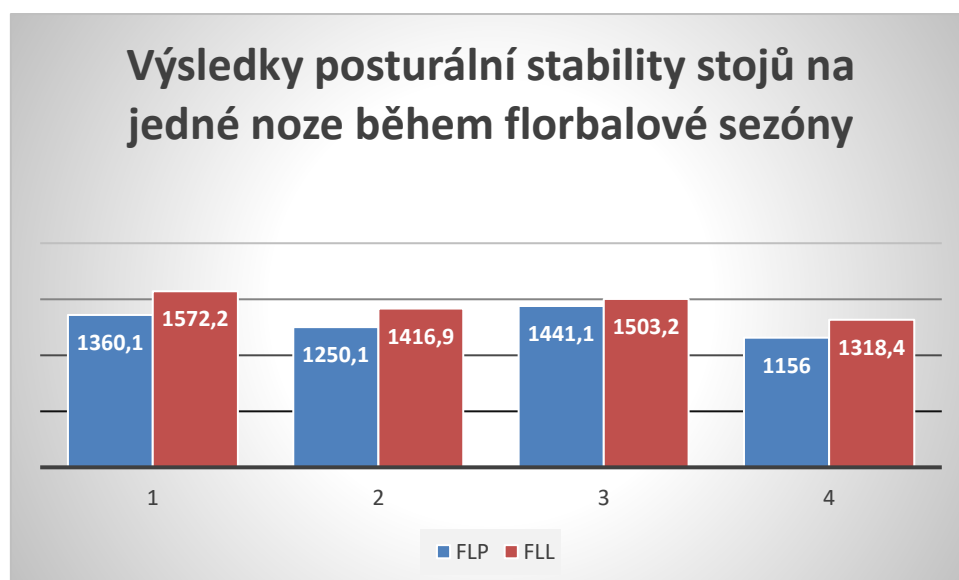
Legenda: DK – dolní končetiny; 1 -vstupní měření; 2- výstupní měření.

Příloha 6 - Graf výsledků posturální stability úzkých stojů v průběhu florbalové sezóny



Legenda: USOO – úzký stoj s otevřenými očmi; USZO – úzký stoj se zavřenými očmi; 1 – 1.meření; 2 – 2.meření; 3 – 3.meření; 4 – 4.meření

Příloha 7 - Graf výsledků posturální stability stojů na jedné noze během florbalové sezóny



Legenda: FLP – stoj na pravé noze; FLL – stoj na levé noze; 1 – 1.meření; 2 – 2.meření; 3 – 3.meření; 4 – 4.meření.

Příloha 8 - Tabulka poměru maximální síly flexorů a extenzorů

	Quadricepsy	Hamstringy		Vzájemný poměr	HH:QQ
Nedostatečná úroveň	<1,7	<0,8	Vysoká asymetrie – nutná kompenzace	>20%	<50%
Průměrná úroveň	1,7-2,2	0,8-1,1	Zvýšená asymetrie – vhodnost kompenzace	10-20%	50-55%
Nadprůměrná úroveň	>2,2	>1,1	Asymetrie v normě	<10%	>55%

(Zdroj: Laboratoř sportovní motoriky Fakulty tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy)

Legenda: QQ – poměr mezi quadricpsem pravým a levým; HH – poměr mezi hamstringem pravým a levým.

Příloha 9 - Tabulka srovnání parametrů tělesného složení v průběhu florbalové sezóny se směrodatnou odchylkou

Parametr	Měření 1.		Měření 2.		Měření 3.		Měření 4.	
	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD
Hmotnost	81,6	11,88	80,6	11,4	80,8	11,94	81,5	11,89
% tuku	15,4	4,27	13	4,38	13,8	4,38	13,7	4,28
ATH	68,5	8,52	69,6	7,38	69,1	7,54	67,9	12,32
PDK	11,5	1,46	11,7	1,19	11,6	1,36	11,9	1,4
LDK	11,5	1,56	11,7	1,33	11,6	1,43	12	1,53
TRUP	34,6	3,94	34,7	3,4	34,6	3,56	35,6	3,68
PHK	3,9	0,72	4	0,6	4	0,6	4	0,51
LHK	3,9	0,72	3,9	0,59	3,9	0,63	4	0,51

Legenda: SD – směrodatná odchylka; ATH – aktivní tělesná hmota; PDK – pravá dolní končetina; LDK – levá dolní končetina; PHK – pravá horní končetina; LHK – levá horní končetina; kg – kilogram.

Příloha 10 - Tabulka průměrných hodnot celkové dráhy těžiště v testu posturální stability v průběhu florbalové sezóny se směrodatnou odchylkou

Parametr	Měření 1.		Měření 2.		Měření 3.		Měření 4.	
	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD
USOO v mm	147,6	44,54	147,5	41,88	140,2	41,01	139	34,85
USZO v mm	198,9	86,36	184,3	63	167,4	55,81	153	32,64
FLP v mm	1360,1	419,51	1250,1	381,56	1441,1	412,23	1156	345,39
FLL v mm	1572,2	528,5	1416,9	535,26	1503,2	583,86	1318,4	363,55

Legenda: SD – směrodatná odchylka; USOO – úzký stoj s otevřenými očima; USZO – úzký stoj se zavřenými očima; FLP – stoj na pravé noze; FLL – stoj na levé noze; mm – milimetry.

Příloha 11 - Hodnocení explozivní síly DK v testu counter movement free arm jump v průběhu florbalové sezóny se směrodatnou odchylkou

Parametr	Měření 1.		Měření 2.		Měření 3.		Měření 4.	
	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD
Výška výskoku v cm	40,7	3,71	41,3	2,82	39,9	4,21	39,8	3,14
Max. síla P v N	1,7	2,18	1,2	0,12	1,1	0,12	1,1	0,16
Max. síla L v N	1,2	0,1	1,4	0,19	1,1	0,14	1,1	0,15
Max. síla celkem v N	2,4	0,18	2,7	0,17	2,3	0,2	2,4	0,31
Rozdíl max. síly v %	5,7	3,7	9,7	7,85	7,7	4,68	4,9	3,32
Rozdíl odrazů v %	5,6	3,44	11,5	9,06	8,3	4,75	5,6	4,82
Impulz celkem v N	255,6	36,26	250,5	35,64	243	53,92	242,3	27,58
Impulz na kg hmotnosti v N.kg ⁻¹	3,1	0,27	3,5	0,28	2,6	0,89	3	0,31

Legenda: SD – směrodatná odchylka; Max – maximální; PDK – pravá dolní končetina; P – pravá; L – levá; N – newton; kg – kilogram; cm – centimetr; N.kg⁻¹ – newton na kilogram na minus první.

Příloha 12 – Hodnocení explozivní síly DK v testu counter movement jump s fixací HK v průběhu florbalové sezóny se směrodatnou odchylkou

Parametr	Měření 1.		Měření 2.		Měření 3.		Měření 4.	
	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD
Výška výskoku v cm	36,3	3,16	37,4	2,75	35,6	3,02	38,7	3,13
Max. síla P v N	1,2	0,13	1,3	0,17	1,2	0,15	1,1	0,13
Max. síla L v N	1,3	0,14	1,4	0,23	1,1	0,13	1,2	0,19
Max síla celkem v N	2,5	0,26	2,7	0,29	2,4	0,26	2,4	0,27
Rozdíl max. síly v %	6,5	3,68	9,4	8,88	10	4,38	12,2	6,39
Rozdíl odrazů v %	4,6	3,59	12,6	9,26	6,5	3,78	8,1	5,33
Impulz celkem v N	242,1	37,04	221,7	31,45	226,3	54,75	243,7	34,75
Impulz na kg hmotnosti v N.kg ⁻¹	2,9	0,2	3,1	0,25	2,6	0,83	2,9	0,48

Legenda: Legenda: SD – směrodatná odchylka; Max – maximální; P – pravá; L – levá; N – newton; kg – kilogram; cm – centimetr; N.kg⁻¹ – newton na kilogram na minus první.

Příloha 13 - Hodnocení explozivní síly DK v testu squat jump s fixací HK v průběhu florbalové sezóny se směrodatnou odchylkou

Parametr	Měření 1.		Měření 2.		Měření 3.		Měření 4.	
	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD
Výška výskoku v cm	33,6	3,75	33,6	3,61	34	2,53	36,4	2,72
Max. síla P v N	1	0,07	1	0,08	1,1	0,08	1,1	0,9
Max. síla L v N	1,1	0,13	1,2	0,13	1,1	0,11	1,1	0,09
Max síla celkem v N	2,1	2,73	2,2	0,17	2,1	0,18	2,2	0,18
Rozdíl max. síly v %	3,5	2,98	12,1	7,1	4,1	3,41	4,4	2,92
Rozdíl odrazů v %	4,7	39,58	13,4	7,6	5,7	3,06	4,8	3,94
Impulz celkem v N	221,4	0,27	214,9	33,05	194,8	51,95	201,1	37,59
Impulz na kg hmotnosti v N.kg ⁻¹	2,6	2,82	3	0,2	2,2	0,81	2,4	0,47

Legenda: Legenda: SD – směrodatná odchylka; Max – maximální; P – pravá; L – levá; N – newton; kg – kilogram; cm – centimetr; N.kg⁻¹ – newton na kilogram na minus první.

Příloha 14 - Hodnocení svalové síly quadricepsu a hamstringu v průběhu florbalové sezóny se směrodatnou odchylkou

Parametr	Měření 1.		Měření 2.		Měření 3.		Měření 4.	
	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD
Quadriceps dominantní DK N.m.kg ⁻¹	2,9	0,28	2,6	0,45	2,4	0,38	2,5	0,35
Quadriceps nedominantní DK N.m.kg ⁻¹	2,8	0,34	2,6	0,46	2,4	0,37	2,5	0,36
Quadriceps poměr L/P v %	6,6	4,66	15,9	20,52	17,6	14,81	10,5	11,35
Hamstring Dominantní DK N.m.kg ⁻¹	1,6	0,24	1,5	0,25	1,4	0,25	1,5	0,34
Hamstring Nedominantní DK N.m.kg ⁻¹	1,5	0,25	1,6	0,31	1,4	0,34	1,4	0,37
Hamstring poměr L/P v %	8,9	4,57	13,3	8,63	16,1	7,23	10,1	6,67
Poměr Q/H dominantní DK v %	53,5	8,01	60,3	13,84	62,4	15,16	60,9	12,57
Poměr Q/H nedominantní DK v %	54,3	7,09	58,9	11,42	61,1	8,14	55,8	10,5

Legenda: SD – směrodatná odchylka; Q – quadriceps, H – hamstring; DK – dolní končetina; L – levá; P – pravá; N.m.kg⁻¹ – newton metr na kilogram na minus první.