

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

Diplomová práce

2020

Maroš Lisoň

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

Silové asymetrie u ženských fotbalových hráček v závislosti na hráčském postu

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:
Mgr. Jana Ižovská, Ph.D.

Vypracoval:
Bc. Maroš Lisoň

Konzultant:
Mgr. Maroš Kaláta

Praha, Květen 2020

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

V Praze, dne

.....

podpis studenta

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením svojí diplomové práce k studijním účelům. Uživatel svým podpisem potvrzuje, že tuto diplomovou práci použil k studiu a přehlasuje, že ji uvede mezi použitými zdroji.

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

Poděkování:

Touto cestou bych chtěl poděkovat vedoucí mojí diplomové práce Mgr. Janě Ižovské, Ph.D. za odborné vedení a celkovou pomoc při vytváření diplomové práce. Dále bych se rád poděkoval za výpomoc a podporu konzultantovi Mgr. Maroši Kaňatovi a rovněž velký vděk patří PaedDr. Tomáši Malému, PhD. a celému kolektivu Laboratoře sportovní motoriky UK FTVS za spolupráci při sběru dat.

Abstrakt

Název: Silové asymetrie u sportujících ženských fotbalových hráček v závislosti na hráčském postu

Cíle: Cílem této diplomové práce bylo charakterizovat unilaterální a bilaterální asymetrie flexorů a extenzorů kolene u elitních fotbalových hráček na základě hráčských postů a definovat charakteristický izokinetický silový profil pro jednotlivé posty v týmu.

Metody: Výzkumný soubor tvořilo 66 fotbalistek, které působí v nejvyšší české fotbalové lize. Hráčky absolvovaly laboratorní testování pod dohledem kvalifikovaných odborníků. Testování probíhalo podle standardních podmínek popsanych v metodické části práce. U hráček jsme zkoumali silové asymetrie u flexorů a extenzorů kolene a porovnávali mezi 4 základními pozicemi ve fotbale.

Výsledky: Po sečtení dat ze všech úhlových rychlostí ($60^{\circ} \cdot s^{-1}$, $180^{\circ} \cdot s^{-1}$, $300^{\circ} \cdot s^{-1}$) jsme zjistili, že 33% našich útočníků mělo asymetrie nad 10%, což bylo nejvíc ze všech postů. Poté následují brankáři s 28% a záložníci s 25%. Procentuálně nejméně asymetrií kvadricepsů bylo zaznamenáno u obránců 22%. I v případě hamstringů evidujeme nejvíce asymetrií (>10%) u útočníků, až 46%. U záložníků a obránců to bylo shodně po 43%. Brankářsky post zaznamenal v průměru nejméně asymetrií hamstringů a to 33%. Pokud jde o unilaterální asymetrie, průměrné hodnoty H:Q poměru nad 60% prokázali pouze obránci u dominantní dolní končetiny ($59,46 \pm 12,02\%$; $62,50 \pm 9,88\%$; $61,50 \pm 7,78\%$). Nejbliž pak k 60% hranici měli záložníci ($57,12 \pm 7,96\%$; $59,28 \pm 6,45\%$; $59,00 \pm 8,59\%$). Brankáři měli v porovnání se záložníky o něco horší výsledky ($56,86 \pm 12,11\%$; $56,00 \pm 7,54\%$; $58,71 \pm 5,20\%$). Nejnižších průměrů u dominantní dolní končetiny dosáhli s velkým odstupem od ostatních postů útočníci ($49,20 \pm 17,65\%$; $49,80 \pm 18,24\%$; $47,10 \pm 8,41\%$). Nejvyšší poměry H:Q u nedominantní dolní končetiny jsme zaznamenali u obránců a záložníků ($54,44 - 57,60\%$). U brankářů byly zjištěny poměry okolo 50%. V průměru nejnižší H:Q poměry u nedominantní dolní končetiny evidujeme, stejně jako u dominantní, u útočníků, kterých výsledky se pohybovaly přibližně na hranici 47%.

Závěr: Na základě poznatků této studie jsme došli k závěru, že existují rozdíly v silových profilech a asymetriích na základě hráčského postu. U brankářů jsme zjistili větší podíl bilaterálních asymetrií kvadricepsů v porovnání s hamstringy, naopak ostatní pozice prokázaly vyšší procento asymetrií hamstringů. Dále jsme přišli na to, že útočníci zaznamenali ze všech pozic jednoznačně nejnižší H:Q poměry. Nejvyšší H:Q poměry prokázali obránci, potom záložníci.

Klíčová slova: *dysbalancie, fotbal, hráčí pozice, izokinetická síla, svaly kolene*

Abstract

Title: Strength asymmetries of female soccer players according to playing position

Objectives: The aim of this diploma thesis was to characterize the unilateral and bilateral asymmetries of knee flexors and extensors in elite football players based on player positions and to define the characteristic isokinetic strength profile for each playing positions.

Methods: The research group consisted of 66 female football players who play in the highest czech league. The players completed laboratory testing under the supervision of qualified experts, which took place according to the standard conditions described in the methodological part of this study. In the case of players, we examined the strength asymmetries in the flexors and extensors of the knee and compared them between the 4 basic positions in football.

Results: After summing the data from all angular velocities ($60^{\circ} \cdot s^{-1}$, $180^{\circ} \cdot s^{-1}$, $300^{\circ} \cdot s^{-1}$) we found that 33% of our attackers had quadriceps asymmetries above 10%, which was the most of all posts. This is followed by goalkeepers with 28% and midfielders with 25%. The lowest percentage of quadriceps asymmetries was recorded in defenders 22%. Even in the case of hamstrings, we recorded the most asymmetries ($> 10\%$) in attackers, up to 46%. For midfielders and defenders, it was the same result for both 43%. Goalkeepers recorded overall the least asymmetries of hamstrings, 33%. Regarding unilateral asymmetries, mean values of the H:Q ratio above 60% were demonstrated only by defenders in the dominant lower limb ($59.46 \pm 12.02\%$; $62.50 \pm 9.88\%$; $61.50 \pm 7.78\%$). The midfielders were closest to the 60% limit ($57.12 \pm 7.96\%$; $59.28 \pm 6.45\%$; $59.00 \pm 8.59\%$). Goalkeepers had slightly worse results compared to midfielders ($56.86 \pm 12.11\%$; $56.00 \pm 7.54\%$; $58.71 \pm 5.20\%$). The lowest averages in the dominant lower limb were reached by the attackers ($49.20 \pm 17.65\%$; $49.80 \pm 18.24\%$; $47.10 \pm 18.41\%$). The highest H:Q ratios in the non-dominant lower limb were recorded in defenders and midfielders (54.44 - 57.60%). The ratios of the goalkeepers were found to be around 50%. On average

the lowest H:Q ratios in the non-dominant lower limb are recorded in attackers whose results were around 47%.

Conclusion: Based on the findings of our study, we conclude that there are differences in strength profiles and asymmetries based on the player's post. We found a higher proportion of bilateral asymmetries of quadriceps in goalkeepers compared to hamstrings, while other positions showed a higher percentage of hamstring asymmetries. We also found that the attackers recorded the lowest H: Q ratios of all positions. The highest H:Q ratios were proved by the defenders, then the midfielders.

Keywords: soccer, isokinetic strength, assymetry, knee muscles, playing position

Obsah

1. Úvod	11
2. Teoretická východiska práce.....	12
2.1 Sportovní výkon ve fotbale.....	12
2.1.1 Individuální herní výkon.....	14
2.1.2 Týmový herní výkon.....	15
2.1.3 Charakteristika výkonu v závislosti na hráčském postu	16
2.2 Kondiční schopnosti	18
2.2.1 Silové schopnosti	19
2.2.2 Izokinetická síla	20
2.3 Silový profil ve fotbale	22
2.4 Silové asymetrie ve fotbale.....	24
2.5 Intersexuální rozdíly ve fotbale	27
3. Cíle, hypotézy a úkoly práce	29
4. Metodologie.....	30
4.1 Charakteristika zkoumaného souboru.....	30
4.2 Organizace zkoumaného souboru	30
4.3 Metodika získávání výzkumných údajů	30
4.4 Zpracování výzkumných údajů.....	31
5. Výsledky	32
5.1 Bilaterální asymetrie	32
5.2 Unilaterální asymetrie.....	39
6. Diskuse	45
7. Závěr.....	49
8. Literatura.....	51
9. Seznam obrázků a tabulek	63
Příloha 1 – Souhlas etické komise	65

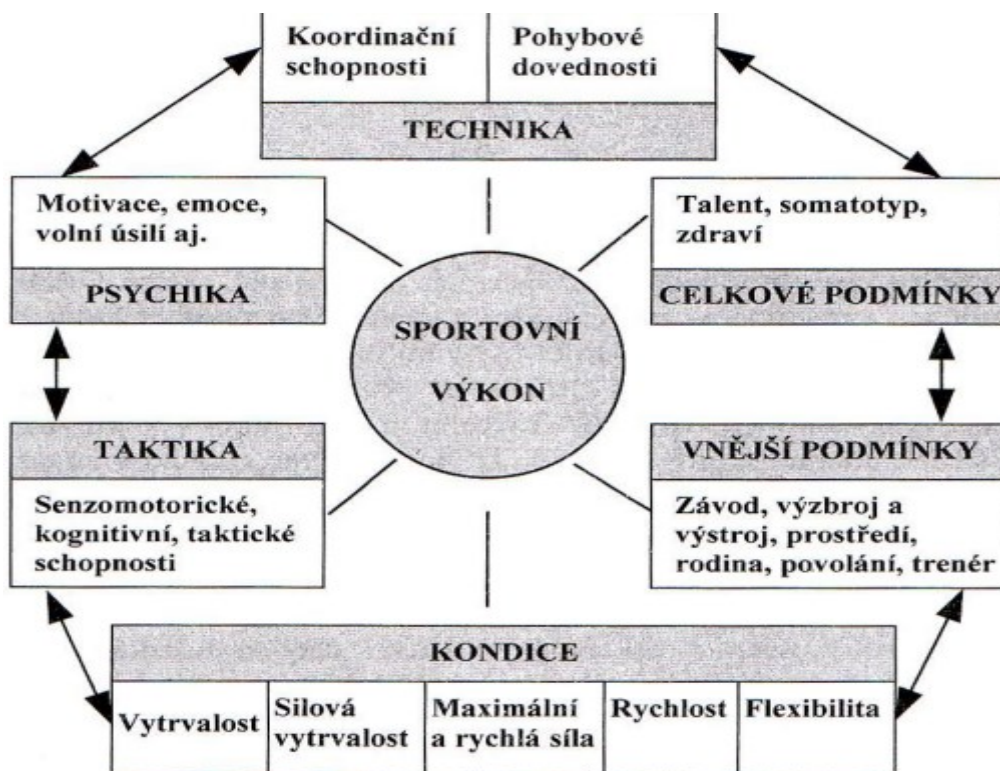
1. Úvod

Fotbal se v průběhu let stal fenoménem. Dnes je to nejoblíbenější a nejhranější sport, který se díky globalizaci hraje ve více jak 200 státech na Zemi. Popularita fotbalu roste i v zemích, kde mají tradici jiné sporty, jako např. státy Severní Ameriky nebo Blízkého východu. Tento sport si oblíbilo taky ženské pohlaví. S postupným zvyšováním sociální a ekonomické síly žen, se účast žen ve fotbale zvýšila na celém světě. Přestože míra jejich proniknutí do tohoto tradičně mužského sportu je nestálá, největší pokrok byl učiněn v rámci nových fotbalových národů, zejména ve Spojených státech a Švédsku. Z přibližně 200 milionů registrovaných fotbalistů v současné době je 40 milionů žen. V zemích, jako je Švédsko a USA, se ženský fotbal stal nejoblíbenějším ženským sportem a nadšení pro tento sport je ohromující (Söderman, 2001). Naopak nadšení u hráče fotbalu opadne v momentě zranění, které pro něj může znamenat konec zápasu nebo sezóny. Díky početným výzkumům dnes víme, že zranění mají určitou spojitost se silovými asymetriemi. Čím větší asymetrie, tím větší riziko zranění. Protože fotbal je charakteristický běhy, sprinty, změnami směru, výskoky a kopy do míče, mluvíme tedy především o asymetriích dolních končetin. Navíc ve fotbale má každý hráč na hřišti svoje specifické úkoly, co může mít za následek různé typy a stupně asymetrií pro jednotlivé hráčské posty. Stejně tak se dá předpokládat, že hráči hrající na stejných pozicích budou mít podobné asymetrie. Problematikou silových asymetrií v závislosti na hráčském postu se už zabývalo několik studií, ale ve většině případů se věnují mužům, mužským týmům a jen několik z nich se zaměřuje na ženy. Z tohoto hlediska může být naše práce více přínosnější pro ženský fotbal než pro mužský. Navíc struktura těla u žen je jiná než u mužů - ženy mají níž těžiště a jsou méně osvaleny apod. To způsobuje, že ženy jsou náchylnější např. na zranění předního zkříženého vazů. Cílem naší práce je zjistit, jestli je možné specifikovat a diferencovat určité typické silové asymetrie na základě pozice hráčky v ženském fotbalovém týmu.

2. Teoretická východiska práce

2.1 Sportovní výkon ve fotbale

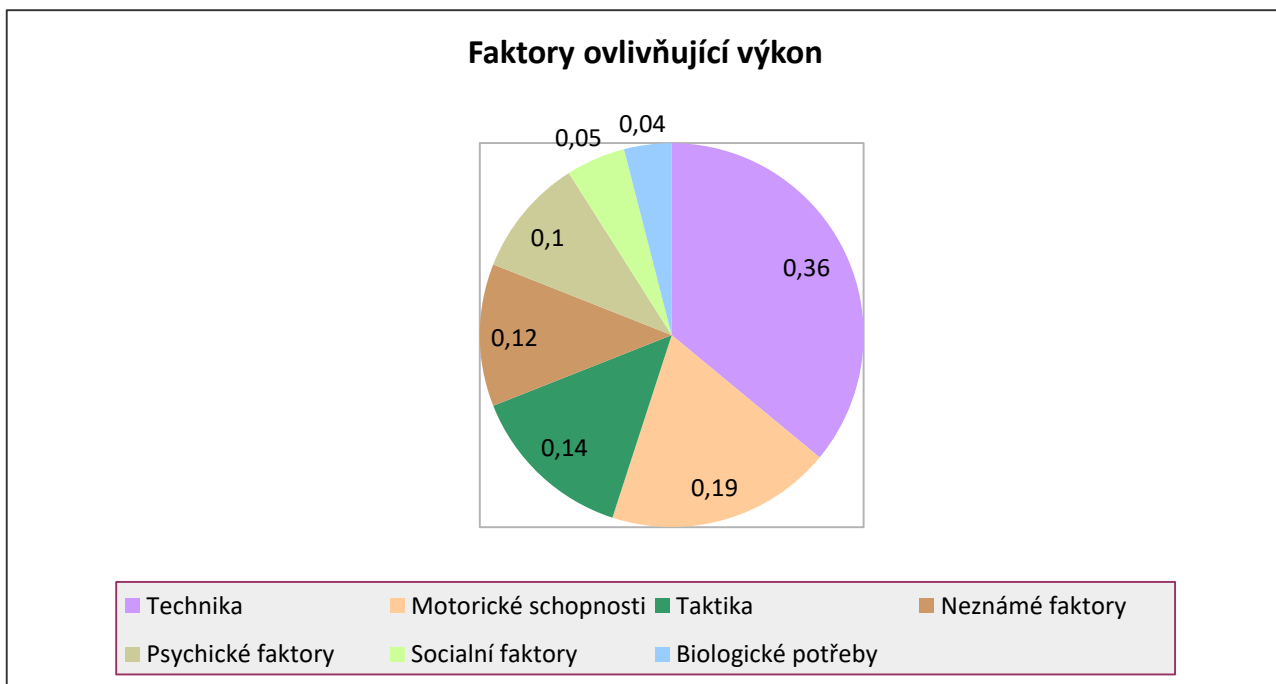
Sportovní výkon charakterizuje Moravec et al. (2007) jako průběh a výsledek pohybových činností v jednotlivých sportovních disciplínách, které jsou determinovány somatickými, kondičními, osobnostními faktory a faktory techniky a taktiky. Dovalil et al. (2009) píše ve svojí publikaci že, sportovní výkon je výsledným projevem výkonnostního rozvoje sportovce, a proto jsou v něm obsaženy vrozené dispozice (vlohy), vlivy přírodního a sociálního prostředí (hlavně materiální a časové podmínky), a v poslední řadě vliv tréninkového procesu. Největší váhu však pro dosažení vrcholných výkonů mají právě vrozené dispozice. Dufour et al. (2015) na druhou stranu píše, že pro optimální sportovní výkon je hodně důležitá kondiční připravenost sportovce.



Obrázek 1 - Struktura sportovního výkonu (Grosser a Zintl, 1994)

Fotbal je jedním z nejrozšířenějších sportů na světě a je charakterizován krátkými sprinty, rychlým zrychlením nebo zpomalením, změnami směru, skoky, kopáním a soubojem o míč. Vzhledem k energetickým aspektům výkonu ve fotbale, radíme tento sport k sportům s intermitentním (tj. přerušovaným) charakterem (Bangsbo a Krustup,

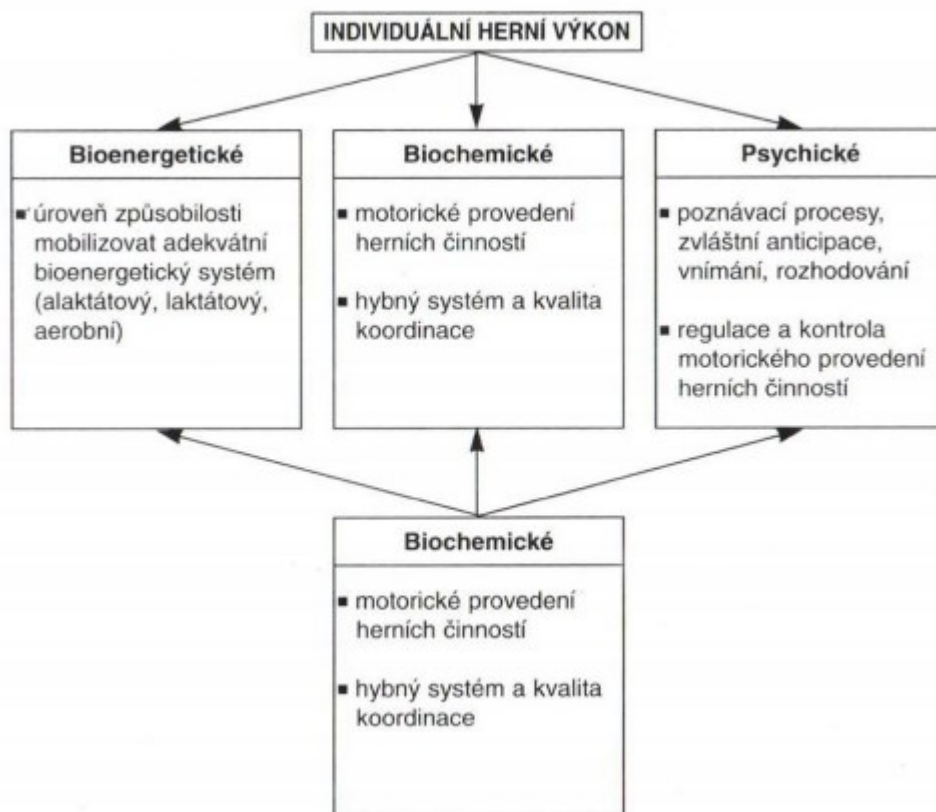
2008). Obecně se předpokládá, že v průběhu let se hra stala rychlejší, s větší intenzitou a agresivnější hrou, než tomu bylo dříve. Elitní fotbal je komplexní sport a výkon závisí na řadě faktorů, jako je fyzická zdatnost, psychologické faktory, technika hráče a týmová taktika (Arnason et al., 2004). Bedřich (2006) charakterizuje herní výkon jako individuální aktuální projev hráče, snažícího se realizovat základní cíl hry – zvítězit nad soupeřem. Ve fotbalovém zápase tvoří herní výkon velké množství pohybových činností, které jsou ovlivněny úrovní pohybových schopností (Psotta, 2006). Votík (2005) píše, že pro sportovní výkon ve fotbale jsou důležité dva aspekty. Jeden z nich jsou dispoziční aspekty, které má každý hráč jiné a vyplývají z jeho individuálních potřeb a zvláštností (somatotyp, úroveň pohybových schopností apod.). Druhou skupinu tvoří aspekty situační, mezi které zařadíme vlivy okolí. Dle Baláže a Korčeka (2005) se na herním výkonu ve fotbale podílejí faktory, jenž mají obecný a specifický charakter. Na obrázku č. 2 můžeme vidět graficky zpracovanou strukturu sportovního výkonu a podíl každého z faktorů, které ho determinují. Individuální technika, taktika a fyzické zdroje, jako je systém energetického zajištění, jsou důležité při hodnocení rozdílů ve výkonnosti ve fotbale, ačkoli je těžké rozlišovat mezi relativním významem každého z těchto prvků (Hoff et al., 2005). Systém energetického zajištění během fotbalové hry se vyznačuje vysokou poptávkou po aerobním i anaerobním metabolismu (Lehance et al., 2009). Protože ve fotbalovém zápase se vyskytuje hodně sprintů, skoků a soubojů, neuromuskulární výkon, anaerobní metabolismus a především anaerobní síla dolních končetin byly zdůrazněny jako zásadní faktory pro výsledek zápasu (Stolen et al., 2005). Studie fyzického výkonu elitních fotbalových hráčů naznačují, že průměrný maximální příjem O₂ se pohybuje mezi 56,8 a 67,6 litry, zatímco průměr tělesného tuku (%) je mezi 8,6 a 11,2%.



Obrázek 2 - Faktory ovlivňující sportovní výkon (Baláž a Korček, 2005)

2.1.1 Individuální herní výkon

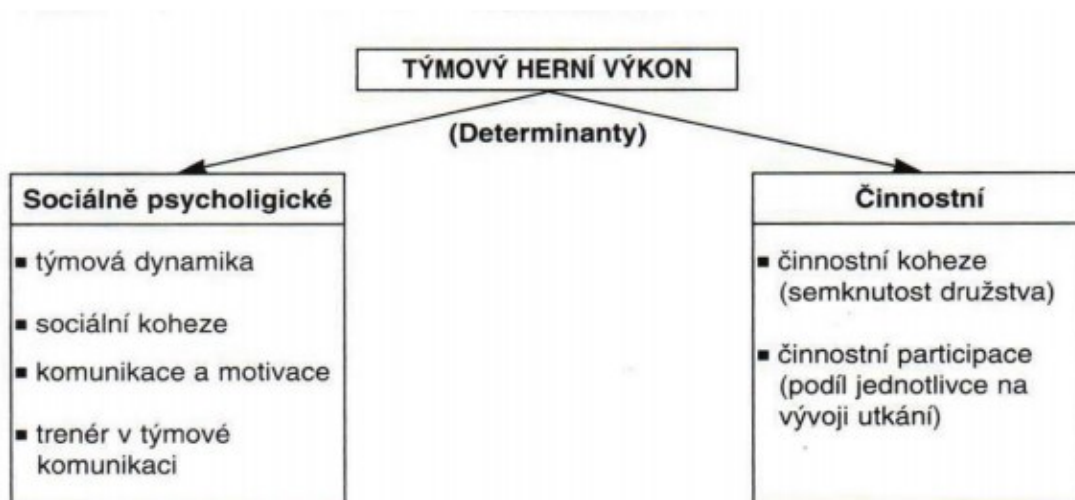
Individuální herní výkon je složitý a komplexní jev. Tvoří ho dovednosti, pomocí kterých hráč řeší herní situace různých složitostí. Mezi úspěšně a neúspěšně vykonanou herní činností je velmi malý rozdíl, a proto řešení každé herní situace si vyžaduje vysoký stupeň především technické, taktické a mentální připravenosti během celých 90 minut (Babic et al., 2018). Fyzická zdatnost je ve fotbale dalším důležitým faktorem. Snahy o zlepšení fotbalového výkonu se často zaměřují na techniku a taktiku právě na úkor fyzické kondice (Stølen, 2005). Studie od Rampinini et al., (2009) ukazuje, že úspěšnost provedení některých technických dovedností klesá mezi první a druhou polovinou zápasů, pravděpodobně kvůli fyzické únavě. Proces únavy vzniká v důsledku hromadění vodíkových iontů, které se následně v těle nedokážou vázat na molekuly (Rampinini et al., 2009). Torgler et al., 2007 přišel k zajímavému zjištění, když potvrdil svojí hypotézu, že výška platu ovlivňuje individuální herní výkon. V týmových sportech se ale individuální výkony vzájemně ovlivňují. Rozhodnutí a chování jednotlivce nebo skupiny působí na ostatní členy, kteří se podílejí na společném týmovém herním výkonu. Na obrázku č. 3 jsou faktory, jenž podle Fajfery (2005) působí na individuální herní výkon.



Obrázek 3 - Faktory ovlivňující individuální herní výkon (Fajfer, 2005)

2.1.2 Týmový herní výkon

Votík (2005) ve svojí práci uvádí, že týmový herní výkon je sice podmíněn individuálními herními výkony všech členů mužstva, ale není jejich pouhým souhrnem. Finální týmový výkon dále závisí na dynamice vztahů v týmu, týmové kohezi, úrovni komunikace a motivaci hráčů. Holt a Sparkes (2001) prezentovali ve svojí publikaci, že na týmovou kohezi působí především 4 hlavní faktory: role v týmu, sobectví / osobní oběti, komunikace a cíle týmů. Podle Wiese-Bjornstal et al., (2009) je dalším faktorem role trenéra, který by měl vytvářet příznivou atmosféru uvnitř týmu. Ten celkově ovlivňuje nejen hráčovy znalosti hry, úroveň dovedností, ale taky týmovou kohezi skrze své činy. Na obrázku č. 4 jsou zobrazeny determinanty týmového herního výkonu podle Fajfera (2005).



Obrázek 4 - Determinanty ovlivňující týmový herní výkon (Fajfer, 2005)

2.1.3 Charakteristika výkonu v závislosti na hráčském postu

Během 90minutového fotbalového zápasu elitní hráč naběhá v průměru mezi 10 a 11 km na zápas (Bangsbo et al., 2002). Ačkoli se vzdálenost, kterou různí hráči na stejné pozici uběhnou, liší, studie ukázaly, že záložníci uběhnou více než obránci nebo útočníci, pravděpodobně kvůli jejich spojovací roli v týmu. Mezi defenzivními hráči mají krajní obránci obvykle více naběhaných kilometrů než střední obránci, protože jsou obvykle více zapojeni do útočné fáze. Přestože většina pohybu všech hráčů má nízkou nebo submaximální intenzitu, odhaduje se, že průměrná pracovní rychlost je přibližně 70–75% maximálního příjmu kyslíku a je blízko anaerobního prahu (Reilly et al., 2000). Hráči ve středu pole pokrývají větší procento své vzdálenosti při nižší intenzitě, zatímco útočníci pokrývají větší část hřiště při sprintu. To ukazuje, že mohou existovat rozdíly v požadavcích mezi různými hracími pozicemi. (Hoff et al., 2002).

Přestože vztahy mezi izokinetickou svalovou silou u fotbalových hráčů a funkčními požadavky ve hře nejsou jasné, předpokládalo se, že specifická funkční aktivita hráčů na jednotlivých pozicích v poli může ovlivnit profil izokinetické síly (Weber et al., 2010). Costa Silva et al., (2015) referuje, že statisticky významné rozdíly mezi hráči ve třech určených hracích pozicích (obránci, záložníci, útočníci) se týkaly pouze maximálního momentu síly, tzv. „peak torque“ (PT), extenzorů kolene, kde měli obránci statisticky vyšší hodnoty než záložníci, ale nevykazovali rozdíly ve srovnání s

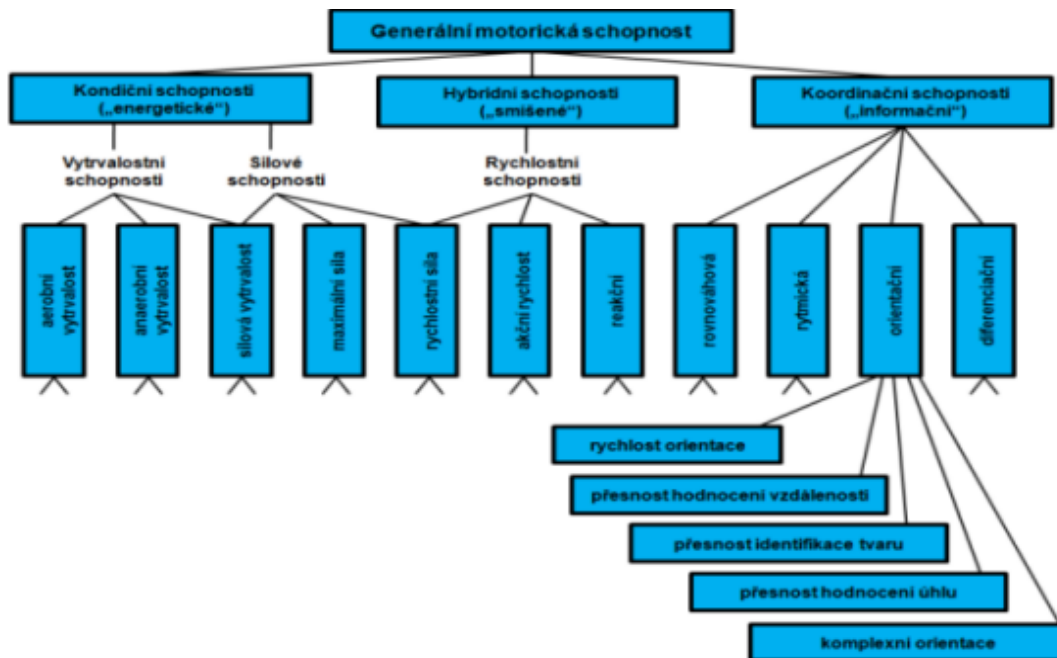
útočníky. Podle autorů tyto výsledky mohou být odůvodněné podobnými výkony mezi obránci a útočníky, které jsou složeny z krátkých a intenzivních pohybů, jako jsou sprinty a skoky, náročné na úsilí kolenních extenzorů. Tyto výsledky jsou v souladu s výzkumem od Tourny-Chollet et al. (2000), kteří zjistili, že záložníci mají nižší sílu hamstringů v dominantní noze ve srovnání s útočníky a obránci a taky menší sílu u nedominantní dolní končetiny ve srovnání se samotnými útočníky (brankáři v této studii nebyli zvažováni). Weber et al., (2010) na základě stejného rozdělení hráčů, prokázal stejné vztahy, kde obránci měli vyšší hodnoty síly flexorů kolene ve srovnání se záložníky v dominantní dolní končetině (u nedominantní nebyly zaznamenány žádné statisticky významné rozdíly).

Cílem studie od Ruas et al. (2015) bylo změřit sílu flexorů a extenzorů kolenního kloubu a asymetrií u sto dvou mužských profesionálních fotbalistů na různých hracích postech. Její výsledky naopak ukázaly, že pouze brankáři se lišili od ostatních hráčských postů. Síla jejich kvadricepsů byla větší ve srovnání se všemi ostatními pozicemi. Carvalho a Cabri (2007) dospěli k podobným závěrům, když zjistili, že brankáři a útočníci mají v dominantní dolní končetině větší sílu kvadricepsů, zatímco střední obránci měli ve srovnání se všemi ostatními pozicemi větší sílu kvadricepsů v nedominantní dolní končetině. Naopak ve výzkumu od Magalhaes et al., (2004) nebyly nalezeny žádné významné silové rozdíly mezi dominantní a nedominantní dolní končetinou nebo v poměrech H:Q u fotbalových hráčů na různých postech. Měřeno bylo 47 hráčů (z toho 5 brankářů) pomocí izokinetického dynamometru (Biodex-System 2). Žádné statisticky významné rozdíly v PT (peak torque – maximální moment síly) kvadricepsů hráčů na různých postech nenašel taktéž Goulart et al., (2007).

Na druhé straně u brankářů byl poměr H:Q výrazně nižší než u útočníků. Rozdíly mezi brankáři a jinými posty mohou být způsobeny jejich specifickými úkoly ve hře (Ruas et al., 2015). Ruas et al., (2015) proto navrhuje, že výsledky brankářů by měly být interpretovány odlišně než jiné pozice. Naopak výkon centrálních záložníků je charakterizován menší intenzitou, ale větší naběhanou vzdáleností během zápasu. V důsledku toho bylo potvrzeno, že centrální záložníci mají nižší úroveň síly čtyřhlavého stehenního svalu a hamstringu ve srovnání s hráči na jiných pozicích na hřišti (Śliwowski et al., 2017).

2.2 Kondiční schopnosti

Měkota a Novosad (2005) rozdělují generální motorickou schopnost do tří základních kategorií, které jsou označeny na obrázku č. 5. Kondiční schopnosti, mezi které jednoznačně zařazujeme silové a vytrvalostní schopnosti, jsou ty pohybové schopnosti, jenž jsou výrazně podmíněny především funkčními a energetickými možnostmi organismu sportovce (srdcově-cévní, dýchací, nervově-svalový systém apod.). Tyto procesy jsou primárně determinovány i morfologickou stavbou sportovce a jejími funkcemi (Sedláček a Lednický, 2010). V tabulce č. 1 můžeme vidět odhad vlivu genetických předpokladů na jednotlivé pohybové schopnosti. Kvůli zaměření naší práce na svalové asymetrie se budeme dále věnovat už jen silovým schopnostem.



Obrázek 5 - Hierarchické uspořádání motorických schopností (Měkota a Novosad, 2005)

Tabulka 1 - Genetické předpoklady pro pohybové schopnosti (Havličková et al., 2008)

Pohybová schopnost	Odhad vlivu genetických dispozic
Statická síla	55%
Výbušná síla	75%
Rychlost	80-85%
Vytrvalost	70%
Obratnost	80%

2.2.1 Silové schopnosti

Silové schopnosti jsou jedním z nejdůležitějších pohybových předpokladů člověka, bez kterých se při sportovní činnosti ostatní pohybové schopnosti nemohou prakticky projevit. Již dlouho existuje ve sportovní vědě rovnoměrnost názorů, pokud jde o chápání definice lidské síly. Pojem silové schopnosti popisují Bolotin a Bakayev (2016) jako schopnost překonat odpor nebo působit proti němu za cenu svalového napětí. Sedláček a Lednický (2010) definují silové schopnosti jako komplex vnitřních predispozic jedince překonávat nebo udržovat odpor vnějšího prostředí při plnění pohybového úkolu prostřednictvím svalového úsilí. Dále ve svojí publikaci píšou, že úroveň silových schopností závisí z biologického hlediska především na následujících činitelích:

- *strukturálním složením svalů* - tj. počtu a typu svalových vláken (pomalých, rychlých) v motorické jednotce (MJ).
- *příčném průřezu zapojených svalů* - je částečně daný dědičně, ale z větší části se dá ovlivnit - to je důvod, proč jsou silové schopnosti považovány za nejvíc ovlivnitelný.
- *intramuskulární koordinaci* - dochází ke střídání aktivovaných a neaktivovaných MJ. Počet zapojených MJ závisí od úrovně podnětu.
- *intermuskulární synchronizaci* - na svalové činnosti se podílejí agonisti a antagonisti.
- *úrovni energetických zásob* - zásoba energie ve svalech a schopnost jejich rychlé mobilizace.

Dovalil (2009) rozděluje silové schopnosti podle výkonu do 3 skupin:

- **Absolutní síla** - schopnost spojená s nejvyšším možným odporem. Může být realizována při svalové činnosti statické nebo dynamické (excentrické nebo koncentrické).
- **Rychlá a výbušná (explozivní) síla** - schopnost spojená s překonáváním nemaximálního odporu s vysokou až maximální rychlostí. Může být realizována při dynamické (koncentrické) svalové činnosti.
- **Výtrvalostní síla** - schopnost překonávat nemaximální odpor opakováním pohybu v daných podmínkách nebo dlouhodobě odpor udržovat. Může být realizována při dynamické nebo statické svalové činnosti.

Při obecném posouzení svalové síly jako příčiny svalové práce vyhovuje nejlíp fyziologické hledisko, pro které je vhodným kritériem způsob svalové kontrakce (Webb, 2003). Autor dělí silové schopnosti na 2 základní typy:

- ***Statická silová schopnost***

Na jejím projevu dominuje izometrická kontrakce. Při těchto projevech svalové síly nedochází ke změně délky svalů podněcovaných k činnosti, a tak ani k pohybu, mění se jen napětí ve svalu. Cvičení obsahující izometrické kontrakce jsou obzvláště dobré pro rozvoj síly, ale nikoliv pro rozvoj kardiovaskulární kondice (Belej, 2001).

- ***Dynamická silová schopnost***

Projevuje se pohybem celého hybného systému nebo jeho části. Podstatou je koncentrická nebo excentrická svalová kontrakce (Padulo et al., 2013). Excentrická kontrakce se projevuje prodloužením svalu. Odpor svou velikostí přemáhá vyvinutou svalovou sílu a pohyb zátěže je touto silou pouze zpomalován (brzděn). Například musculus quadriceps femoris podstupuje excentrické kontrakce, když sportovec kráčí dolů po schodech nebo běží z kopce (Cook et al., 2013). Koncentrická kontrakce způsobuje zkrácení svalu. Odpor zátěže je silou svalů překonáván a pohyb zátěže je zrychlován do maxima (při výkonech převážně acyklických) nebo do určité potřebné hodnoty (při pohybech cyklicky opakovaných) (Kosterina et al., 2008). Příkladem je ohnutí lokte z rovné polohy do plně flexované polohy, což zapříčiní koncentrickou kontrakci bicepsu. Koncentrická kontrakce může být buď izokinetická, anebo izotonická (Watkins, 2014).

2.2.2 Izokinetická síla

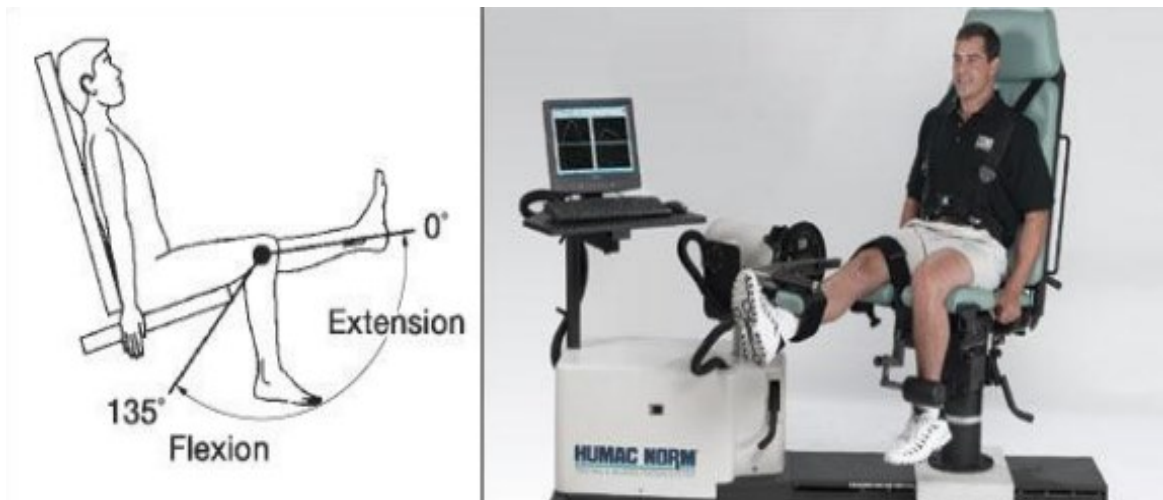
Podle Spencer–Wimpenny (2010) základem pro izokinetickou sílu je právě izokinetická kontrakce, při níž:

- jsou zapojeny větší skupiny svalů (včetně synergistů)
- musí být dodržena konstantní rychlost stahu
- pohyb probíhá v celém rozsahu

Izokinetickou sílu chápeme jako schopnost dosáhnout maximálního silového výkonu v celém rozsahu pohybu při poměrně konstantní rychlosti (Placheta et al., 2005). Sekir a kol. (2007) dodává, že míra izokinetické síly má vliv i na proprioreceptivní

mechanismus, který se nachází v kloubech, vazech, šlachách, ve svalech a kůži. Tento mechanismus je potřebný pro správnou funkci kloubu ve sportu a v každodenním životě.

Izokinetická síla se začala zkoumat koncem šedesátých let 20. století. V roce 1958 uskutečnili fyziologové z Německa Muller a Hettinger první izokinetické testování na svém stroji. Tento stroj však neměl adekvátní zpětnou vazbu. Až o 9 let později, v roce 1967, si nechal J. Perrine patentovat svůj izokinetický dynamometr s názvem Cybex I (Spencer – Wimpenny, 2010), předchůdce přístroje použitého v našem výzkumu. Na obrázku č. 6 můžeme vidět izokinetický dynamometr. Izokinetické testování je běžně používaným nástrojem hodnocení svalové síly v ortopedii a ve sportovním lékařství a dříve to bylo často považováno za optimální vyhodnocení výsledku po rehabilitačním procesu (Östenberg et al., 1998). I když izokinetické testování může být provedeno na jakékoli z hlavní svalové skupiny v těle, koleno je pravděpodobně nejčastěji testovaný kloub (Holmes et al., 1984).



Obrázek 6 - Testování pomocí izokinetického dynamometru (Kadlec, 2011)

2.3 Silový profil ve fotbale

Pod pojmem síla si většina lidí představí člověka s masou svalů, který v posilovně zvedá těžké činky. Pro fotbal jsou velké svaly spíše kontraproduktivní, protože negativně ovlivňují dovednosti jako např. rychlost nebo agilitu. Síla ve fotbale se projevuje v dovednostech typických pro tento sport jako běhy, skoky, souboje apod. Fotbal je považován za fyzicky náročný sport, jenž vyžaduje základní prvek síly. Video analýza prokázala, že fotbalisté jsou často zapojeni do aktivit s vysokou intenzitou, které vyžadují značnou úroveň tělesné síly spodní části těla (Bradley et al., 2016). Síla dolních končetin je velice důležitá téměř v každém pohybu, ať už jde o běhání, kopání, osobní souboje nebo také hlavičkování, kdy se fotbalisté často snaží o co nejvyšší vertikální výskok. Hodnoty vertikálního výskoku se u elitních fotbalistů pohybují mezi 50 a 60 cm (Castagna et al., 2013). Dosažení této výbušné síly ve fotbale vyžaduje mnohem víc, než jen sílu dolních končetin. Svaly zadku a beder jsou taky nezbytné (Homan et al., 2013). Zvýšením dostupné síly svalové kontrakce ve vhodných svalech nebo svalových skupinách se může zlepšit rychlost dovednosti zásadní pro fotbal, jako je otáčení, sprint, změna tempa nebo rychlost kopu (Bangsbo, 1994). Během těchto fotbalových akcí agonisty (kvadricepsy) produkují koncentrický pohyb, aby urychlily pohyb končetiny vpřed, zatímco antagonistické svaly (hamstringy) vytvářejí excentrickou práci pro kontrolu (zpomalení) tohoto koncentrického pohybu a udržují tak dynamickou stabilitu kloubu (De Lira et al., 2017). Kellis a Katis, (2007) ve svojí studii popisují lineární vztah mezi rychlostí kopu dolní končetinou a rychlostí letu míče. Síla spodní části těla je pro fotbal klíčová, ale na optimálním výkonu hráče se velkou mírou podílí také horní část těla. Zanedbání síly v horní části těla může mít špatný vliv na výkon fotbalisty, což snižuje schopnost dosáhnout maximální rychlost a rychle měnit směr (Romero-Franco et al., 2012). Aby byla zajištěna stabilita páteře v osobních soubojích, musejí mít svaly trupu dostatečnou sílu a vytrvalost (Brown et al., 2006). Svaly trupu se stahují a připravují tělo na posturální vychýlení vyvolané pohyby dolních končetin (McIntyre et al., 2005). K tomu dochází prostřednictvím regulovaných reaktivních kontrakcí, které zvyšují nitrobršni tlak, jenž zase stabilizuje páteř (Essendrop et al., 2004; Hodges et al., 2003). K nadměrnému zatížení trupu ve fotbale dochází během střelby nebo bojů o míč (Dvorak a Junge, 2000). Jádro těla (core) se běžně označuje jako základ veškerého pohybu končetin (Akuthota, 2004). Mít silný core je rozhodující pro fotbalisty, kteří často používají své dolní končetiny, zejména jednostranně, na akce, jako je kopání, skákání a

driblování (Reilly et al., 2000). Vysoká úroveň maximální síly v dolních i horních končetinách může zabránit úrazům ve fotbale zvýšením průřezové oblasti svalů, pevnosti a mobility šlach a vazů (Reilly, 1994). K posouzení profilu svalové síly použili kliničtí lékaři a fyzioterapeuti izokinetické testy (Andrade et al., 2012).

2.4 Silové asymetrie ve fotbale

Pozitivní účinky fyzické aktivity jsou obecně známé a byly popsány ve vědecké literatuře. Avšak nadměrná i nedostatečná fyzická aktivita může negativně ovlivnit některé aspekty fyzické zdatnosti ve formě maladaptivních účinků. Pokud tyto problémy s pohybovým aparátem nejsou kompenzovány v začátcích u mladých lidí (zejména v mladé sportující populaci), mohou mít negativní dopad na další vývoj dítěte. Negativní účinky lze také pozorovat v rozdílech svalové síly mezi více či méně preferovanými svalovými skupinami. Asymetrie mezi dominantní a nedominantní stranou byly často objektem zkoumání (Fousekis et al., 2010). Asymetrické rozdělení zátěže na muskuloskeletální strukturu sportovce ve vysoce náročných sportech je spojováno s vývojem anatomických a funkčních lateralit a také s trvalými změnami v kinematických vzorcích (Dauty et al., 2016). Vědci pozorovali různé adaptace související s laterální dominancí, např. síla svalu, elektromyografická aktivita, rozsah pohybu v kloubu a hustota kostí. Zjistili, že tyto adaptace vedou k myodynamické asymetrii v horní části těla jasně asymetrických sportů, jako je tenis nebo volejbal (Markou et al., 2006). Svalové deficity mezi oběma končetinami nebo mezi svalovými skupinami agonisty a antagonisty byly zjištěny i ve sportu se symetrickými motorickými vzory, jako je běh nebo cyklistika. Ve fotbale jsou silové asymetrie nejčastěji zmiňovány ve spojitosti s dolními končetinami. (Tsepis et al., 2006). Podle Peterson et al., (2000) některé z faktorů zodpovědných za fotbalová zranění jsou kontakt s protivníkem nebo podmínky na hřišti, ale mohou také souviset se svalovou nerovnováhou nebo deficitem svalové síly. Dolní hranice silové asymetrie byla posouzena jako hranice 10%, která podle výzkumu koresponduje se zvýšeným rizikem poranění dolních končetin (Croisier et al., 2004). Sinacore et al., (2017) definuje svalové asymetrie jako selhání vztahu agonista-antagonista. Lékaři často používají svalové poměry mezi agonisty a antagonisty jako standardy, podle nichž se měří postup rehabilitace nebo hodnotí svalová nerovnováha (Brown, 2000). Koncentrická a excentrická kontrakce flexorů a extenzorů se používá k výpočtu funkčního poměru, zatímco pomocí koncentrické kontrakce se vypočítá konvenční poměr (Coombs a Garbutt, 2002). Poměry krouticího momentu mezi hamstringy a kvadricepsy (H:Q) byly rozsáhle studovány a byly zpozorovány průměry v rozmezí od 0,5 do 0,75 (Gioftsidou et al., 2008). Konvenční poměry a funkční poměry menší než 0,6 (Coombs a Garbutt, 2002) anebo bilaterální asymetrie větší než 10% můžou zvýšit riziko zranění kolene (Weber et al., 2010). Fotbalisté využívají sílu, koordinaci a obratnost k fyzicky vysoce náročným

dovednostem. Tyto dovednosti vyžadují symetrické rozdělení síly dolních končetin pro maximální efektivitu pohybu a rovnováhu těla. Avšak silové asymetrie a nerovnováhy mezi extenzory a flexory kolene jsou u fotbalových hráčů často přítomny. Ti jsou nuceni jednostranně používat dolní končetiny téměř ve všech dovednostech, což mění rovnováhu sil mezi oběma končetinami nebo mezi antagonistickými a agonistickými svalovými skupinami (Fousekis et al., 2009). Svalové skupiny (hamstringy, kvadricepsy a lýtkové svaly) musí generovat a absorbovat hodně síly během zrychlení, zpomalení, skákání, kopání, otáčení, soubojů a změn směru při fotbalového utkání. Dlouhodobě preferované a nekompenzované zatížení jedné strany těla může vést k asymetrii a dominanci jedné nohy, což může být výsledkem již existující preference končetin (Crosier et al., 2005).

Variabilita pohybu a výkonu je pro fotbal typická a bilaterální asymetrie jsou důsledkem této variability. Analýza bilaterálních svalových asymetrií je důležitá, protože ty mohou způsobovat vyšší riziko zranění a ovlivnit výkon prostřednictvím kompenzačních mechanismů zahrnujících techniku pohybu a držení těla (Crosier et al., 2008). Možnými příčinami bilaterálních asymetrií mohou být nedostatečný nebo neúplný rehabilitační program, specifické motorické nároky různých sportovních a tréninkových metod a unilaterální rozdíly v poměru agonista-antagonista (Hodges et al., 2011). Fousekis et al. (2010) na základě svojí studie říká, že dlouhodobé zapojení do tréninkového procesu ve fotbale způsobuje různé formy a stupně silových asymetrií. Ze 100 testovaných profesionálních hráčů pouze 11% nevykazovalo silové asymetrie. Na druhou stranu u více než 20% hráčů se zjistilo 4 až 7 silových asymetrií ze 14 testovaných parametrů (Fousekis et al., 2011). Je třeba ale dodat, že silové asymetrie závisí na věku sportovce a hrací pozice. Podle Fousekis et al. (2010) tyto faktory mohou ovlivnit stupeň již existujících anatomických a funkčních asymetrií, což vede k fotbalovému zranění. Dalším důležitým faktorem může být úroveň, na níž sportovec hraje. Malý et al. (2013) ve své studii zjistili, že více než 50% hráčů mělo alespoň jednu asymetrii síly bez ohledu na úroveň jejich výkonu. Významné rozdíly byly zjištěny ve svalové síle extenzorů a flexorů kolene ve prospěch elitních profesionálních hráčů (zejména při vyšších úhlových rychlostech) a větší asymetrie byly pozorovány u sub-elitních profesionálních hráčů (poměr H:Q). V obou skupinách byly největší nedostatky zjištěny ve flexorech kolene bez ohledu na dominanci končetin. Maladaptivní účinky z hlediska různých druhů silových asymetrií těla představují potenciální riziko zranění hráče, proto detekované asymetrie by měly být systematicky sledovány a kompenzovány pomocí specifických cvičení (Malý et al., 2013). Podle výsledků výzkumu od Crosier et al. (2008) jsou

fotbalisté s neléčenou silovou asymetrií ($\geq 15\%$) 4 až 5 - krát náchylnější na poranění hamstringu v porovnání s hráči bez asymetrie.

2.5 Intersexuální rozdíly ve fotbale

Ženy mají vzhledem k tělesné výšce proporčně kratší končetiny, což má vliv i na větší stabilitu (těžiště je níže k podložce), užší ramena, širší a nižší pánev než muži. Větší pánevní kost umožňující zvýšenou vnitřní rotaci stehenní kosti, jakož i nepříznivý poměr H:Q vedou ke zvýšenému riziku zranění předního zkříženého vazů u ženského fotbalu (Biedert, 2005). Svaly tvoří u žen asi 32–36 % celkové hmotnosti těla (u mužů cca o 10 % více), takže poměr aktivní tělesné hmoty k celkové tělesné hmotnosti je u žen nižší. Celkově dosahuje úroveň síly asi 2/3 síly mužů, avšak na jednotku průřezu ženské svaly vyvíjejí zcela stejnou sílu jako svaly mužů. Absolutní síla dolní poloviny těla se u žen více blíží mužským hodnotám (70–75 % u dolních končetin), než je tomu u horní poloviny těla (pouze 25–55 %). Pro sportovní výkony je rovněž podstatné, že ženy mají ve srovnání s muži více tělesného tuku (18–26 % hmotnosti těla vs. 10–18 %). Tuk je u žen většinou (až z 55 %) rozložen na končetinách, zatímco u mužů se soustřeďuje více na trupu (Krustrup et al., 2010). Tierney et al. (2005) uvádí, že fyzicky aktivní ženy mají větší zrychlení segmentu hlava-krk než muži, když jsou jejich hlavy vystaveny stejnému zatížení. Taková zjištění je v souladu s výsledky studie od Garces et al. (2002), ve které muži měli silnější flexory a extenzory krku a větší obvod krku než ženy. Relativní fyziologická zatížení získaná během zápasů jsou u každého pohlaví podobná, což naznačuje, že aerobní systém je silně zatěžován po celou dobu hry a zejména během intenzivních úseků (Krustrup et al., 2010). Zdá se, že hráčky mají nižší fyzickou kapacitu než hráči mužského pohlaví v celé řadě aerobních a anaerobních testů způsobilosti (Bradley et al., 2012). Není proto překvapivé, že studie uvádějí, že vysoká intenzita běhu v elitních ženských zápasech je o 30% nižší než u jejich mužských protějšků na podobných soutěžních úrovních (Mohr et al., 2008). Navíc se zdá, že v druhé polovině zápasu se fotbalistky unavují rychleji a bylo pozorováno více ztrát míče a nižší míra přesnosti přihrávek (Bradley et al., 2014). Stejně tak v biomechanice kopu byly zaznamenány rozdíly mezi hráči mužského a ženského pohlaví (Kellis a Katis, 2007), co zapříčiňuje, že muži dokážou vyvinout větší rychlost letu míče při kopu a rychlost kolenního kloubu (Barfield et al., 2002).

Jedním z nejzávažnějších zranění kolene ve sportu je prasknutí předního křížového vazů (ACL). Walden et al. (2011) přezkoumali rozdíly v pohlaví u bezkontaktních zranění ACL u fotbalu a naznačili, že většina studií zaznamenala dvojnásobné až trojnásobné zvýšené riziko u žen. V průměru ženy sportovkyně také

utrpěly zranění ACL v mladším věku než muži (Holden et al., 2016). U mužů je zase hlášeno vyšší riziko otřesu mozku než u žen (Andersen et al., 2004). Cross et al., (2013) pozoroval zranění hamstringů ve vysokoškolském fotbalu a dospěl k závěru, že muži trpí zraněními hamstringů mnohem častěji než ženy. Několik studií ukázalo, že intervenční programy založené na neuromuskulárním nebo proprioreceptivním tréninku nebo intenzivním posílení hamstringů mohou snížit výskyt zranění (Biedert, 2005).

3. Cíle, hypotézy a úkoly práce

Cíle práce:

Cílem této diplomové práce bylo charakterizovat unilaterální a bilaterální asymetrie flexorů a extenzorů kolene u elitních fotbalových hráček na základě hráčských postů a definovat typický charakteristický izokinetický silový profil pro jednotlivé posty v týmu.

Hypotézy práce:

H1: Předpokládáme, že bilaterální asymetrie u flexorů kolene bude mít větší podíl hráčů v porovnání s bilaterálními dysbalancemi u extenzorů kolene.

H2: Se zvyšující se úhlovou rychlostí se bude zvyšovat H:Q poměr jak u dominantní, tak u nedominantní dolní končetiny.

H3: Predikujeme významné rozdíly v unilaterálních a bilaterálních asymetriích u hráček na základě hráčských postů ($p=0,05$).

H4: Předpokládáme nižší H:Q poměry u útočnic v porovnání s ostatními pozicemi v týmu.

Úkoly práce:

1. Rešerše dostupné domácí a zahraniční odborné literatury.
2. Výběr výzkumné skupiny (zabezpečení souboru pro účely testování).
3. Realizace měření v laboratorních podmínkách.
4. Zpracování výzkumných údajů.
5. Analýza výsledků v závislosti na hráčských postech.
6. Navázání na předešlé výzkumy a konfrontovat jejich výsledky s našimi.
7. Vypracování závěrečné diplomové práce.

4. Metodologie

4.1 Charakteristika zkoumaného souboru

Sledovaná skupina probandů se skládá z fotbalových hráček, hrajících v elitních fotbalových klubech na extraligové úrovni (Lokomotiva Brno, FC Slovan Liberec, FC Viktoria Plzeň, SK Slavia Praha). Všechny hráčky jsou pravidelně trénované kvalifikovanými trenéry. Hráčky absolvují trénink 4 až 5 krát za týden, plus odehrají jeden ligový zápas. Všechny hráčky byly v době testování zdravé. Celkový počet činí 66 hráček v průměrném věku $22,15 \pm 5,10$ let. Z toho:

- brankářů (B) $n=7$ ($m=66,4 \pm 6,1$ kg; $h=167,6 \pm 3,8$ cm)
- obránců (O) $n=24$ ($m=63,1 \pm 5,7$ kg; $h=169,1 \pm 4,6$ cm)
- záložníků (Z) $n=25$ ($m=60,9 \pm 5,6$ kg; $h=167,6 \pm 5,3$ cm)
- útočníků (U) $n=10$ ($m=63,9 \pm 10,3$ kg; $h=168,3 \pm 4$ cm)

Výzkum byl prováděn neinvazivní metodikou dle etických standardů Helsinské deklarace a výzkumu v oblasti sportovních věd (Harriss et al., 2019).

4.2 Organizace zkoumaného souboru

Testy silových schopností (flexorů a extenzorů kolene) u dominantní i nedominantní dolní končetiny se uskutečnily v červenci roku 2018 v Laboratoři sportovní motoriky FTVS UK. Měření proběhlo v ranních hodinách dle standardů v předsezónním období.

4.3 Metodika získávání výzkumných údajů

Pro testování silových schopností dolních končetin byl využit izokinetický dynamometr (Cybex NORM®, Humac, CA, USA). Maximální hodnotu silového momentu jsme měřili u extenzorů a flexorů kolena při koncentrické svalové kontrakci dolních končetin při úhlové rychlosti pohybu $60^\circ \cdot s^{-1}$, $180^\circ \cdot s^{-1}$, $300^\circ \cdot s^{-1}$. Sledovali jsme bilaterální silové asymetrie mezi dominantní a nedominantní dolní končetinou (H: H, Q:Q)

a unilaterální silové asymetrie mezi hamstringy a kvadricepsy (H:Q). Dolní hranice asymetrie byla posouzena jako hranice 10%, která podle výzkumu koresponduje se zvýšeným rizikem poranění dolních končetin (Croisier et al., 2004). Před samotným testováním proběhlo u každého sportovce krátké rozcvičení (5 min zahřání na rotopedu, dřepy a mosty, 2 série po 10 opakování), které bylo zaměřeno především na aktivaci a zahřátí testovaných svalových skupin (kvadriceps, hamstring). Testovací protokol se skládal z 5 pokusů (rozcvička) pro skupiny flexorů (hamstring) a skupinu extenzorů (kvadriceps) kolene. Následně byly prováděny 2 pokusy s maximálním úsilím ve všech úhlových rychlostech. Úkolem probanda bylo vygenerovat maximální sílu při koncentrické resp. excentrické svalové kontrakci při uvedených rychlostech pohybu. Během testování se hráči drželi postranních madel dynamometru. Pro další zpracování jsme vybírali lepší výsledek ze 2 pokusů. Mezi jednotlivými sériemi byla zařazena standardní doba odpočinku (20 s). Verbální motivace a zpětná vazba byla poskytnuta po celou dobu měření. Data byla nashromážděna v rámci grantu GA ČR č. 16-21791S se souhlasem Etické komise UK FTVS (viz Příloha 1).

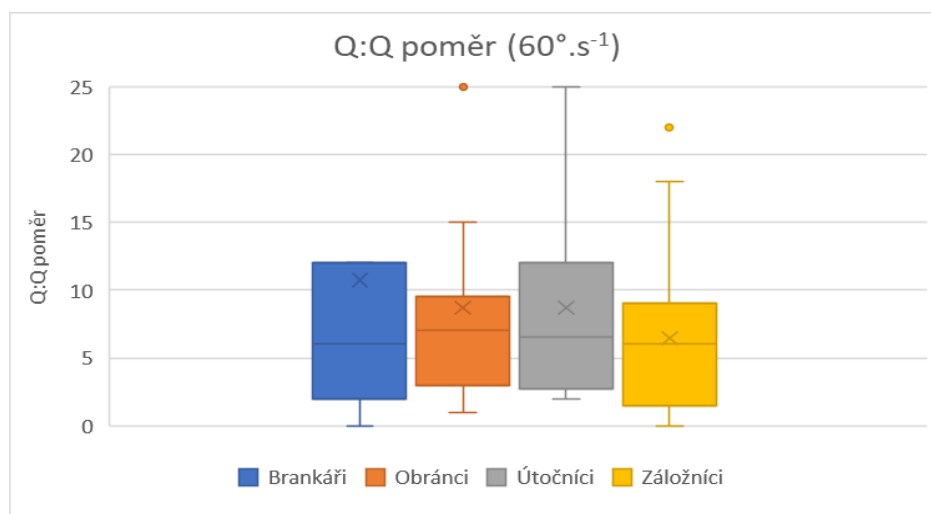
4.4 Zpracování výzkumných údajů

Výzkumné údaje jsme zpracovali pomocí základních matematicko – statistických postupů. Pro vyjádření skupinového výsledku jsme použili aritmetický průměr, směrodatnou odchylku a pro vyjádření rozdílů sledovaných parametrů procentuální rozdíl. Grafické znázornění výsledků bylo realizované pomocí krabicového grafu. Výhodou krabicového grafu je, že horizontální linie představuje medián, horní hrana krabice 75 percentil a dolní 25 percentil. Statistickou významnost jsme uskutečnili prostřednictvím ANOVA-i a vzhledem k tomu, že jsme porovnávali mezi sebou 4 skupiny, tak jsme věcnou významnost vyjádřili pomocí „Eta partial square“ (η^2). Hráče jsme posuzovali i intraindividuálně.

5. Výsledky

5.1 Bilaterální asymetrie

Nejnižší bilaterální poměr Q:Q (poměr síly kvadricepsů mezi dominantní a nedominantní dolní končetinou) při úhlové rychlosti $60^\circ \cdot s^{-1}$ dosáhli v průměru záložníci ($6,44 \pm 5,99\%$). Nejvyšší Q:Q poměr byl zaznamenán u brankářů ($10,71 \pm 13,72\%$). Útočníci ($8,70 \pm 6,83\%$) a obránci ($8,71 \pm 9,88\%$) dosáhli podobných výsledků. V tabulce č. 2 můžeme vidět, že tyto výsledky jsou statisticky a věcně nevýznamné, to znamená, že post hráčky v tomto případě nemá vliv na silové asymetrie.



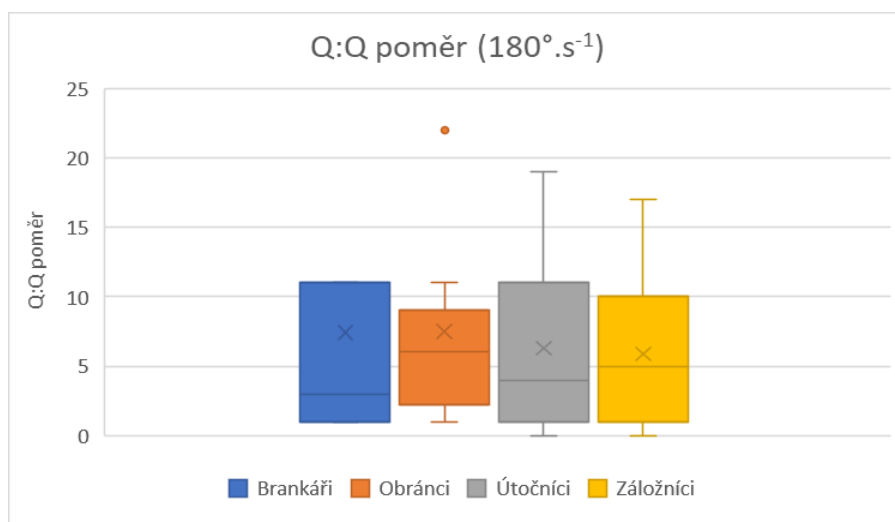
Obrázek 7 - Bilaterální poměr Q:Q ($60^\circ \cdot s^{-1}$)

B: průměr = 10,71%; směr. odchylka = 13,72
 O: průměr = 8,71%; směr. odchylka = 9,88
 U: průměr = 8,70%; směr. odchylka = 6,83
 Z: průměr = 6,44%; směr. odchylka = 5,99

Tabulka 2 - Statistická a věcná významnost poměru Q:Q ($60^\circ \cdot s^{-1}$)

ANOVA							
Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit	η^2
Mezi výběry	129,1107	3	43,03689	0,531251	0,662525	2,75297	0,025061
Všechny výběry	5022,647	62	81,01043				
Celkem	5151,758	65					

Při úhlové rychlosti $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ byl nejnižší průměr Q:Q poměrů zjištěn u záložníků ($5,88 \pm 5,27\%$), druhý nejnižší u útočnicků ($6,30 \pm 6,28\%$). Po nich následovali brankáři ($7,43 \pm 9,74\%$) a největší Q:Q poměr ($180^{\circ} \cdot s^{-1}$) byl zjištěn u obránců ($7,50 \pm 7,63\%$). Ani při rychlosti $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ jsme nezjistili statistickou a věcnou významnost.



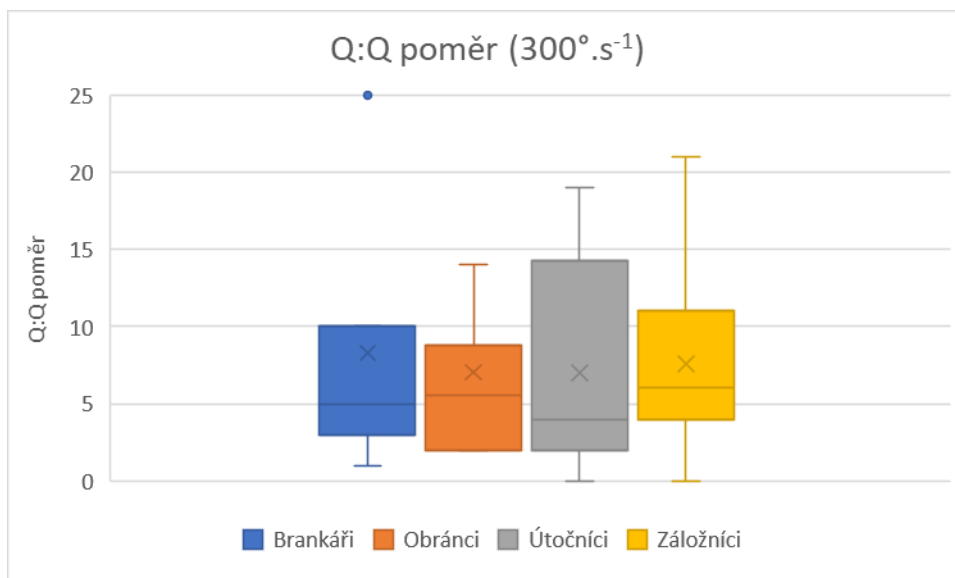
Obrázek 8 - Bilaterální poměr Q:Q ($180^{\circ} \cdot s^{-1}$)

B: průměr = 7,43%; směr. odchylka = 9,74
 O: průměr = 7,50%; směr. odchylka = 7,63
 U: průměr = 6,30%; směr. odchylka = 6,28
 Z: průměr = 5,88%; směr. Odchylka = 5,27

Tabulka 3 - Statistická a věcná významnost poměru Q:Q ($180^{\circ} \cdot s^{-1}$)

ANOVA							
Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota p	F krit	η^2
Mezi výběry	37,48511	3	12,49504	0,245899	0,863945	2,75297	0,011758
Všechny výběry	3150,454	62	50,81378				
Celkem	3187,939	65					

Nejnižší průměrný bilaterální Q:Q poměr při úhlové rychlosti $300^{\circ} \cdot s^{-1}$ jsme zjistili u útočnicků ($7,00 \pm 6,63\%$). O něco větší průměr jsme zaznamenali u obránců ($7,04 \pm 7,29\%$) a záložníků ($7,56 \pm 5,51\%$). Podobně jako při úhlové rychlosti $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ i při $300^{\circ} \cdot s^{-1}$ dosáhli nejvyšší průměrnou hodnotu Q:Q poměru brankáři ($8,29 \pm 7,42\%$). Naše výpočty opět neprokázaly statistickou ani věcnou významnost.



Obrázek 9 - Bilaterální poměr Q:Q (300°.s⁻¹)

B: průměr = 8,29%; směr. odchylka = 7,42

O: průměr = 7,04%; směr. odchylka = 7,29

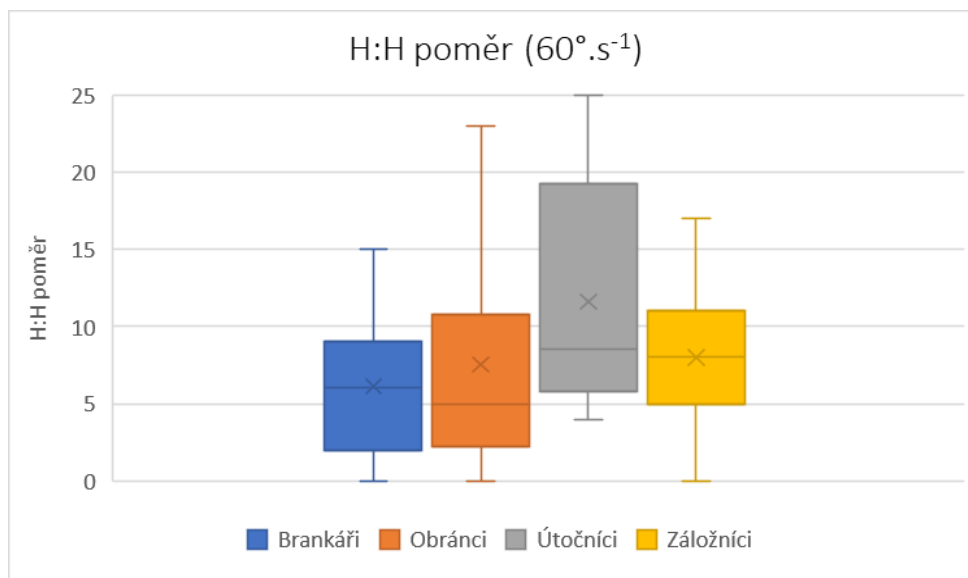
U: průměr = 7,00%; směr. odchylka = 6,63

Z: průměr = 7,56%; směr. odchylka = 5,51

Tabulka 4 - Statistická a věcná významnost poměru Q:Q (300°.s⁻¹)

ANOVA							
Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota p	F krit	η^2
Mezi výběry	10,85608	3	3,618693	0,079642	0,970826	2,750541	0,003778
Všechny výběry	2862,547	63	45,43725				
Celkem	2873,403	66					

Nejnižší bilaterální poměr H:H (poměr síly hamstringů mezi dominantní a nedominantní dolní končetinou) při úhlové rychlosti 60°.s⁻¹ dosáhli v průměru brankáři (6,14 ± 4,88%). Druhý nejnižší průměr dosáhli obránci (7,54 ± 6,73%), za nimi následovali záložníci (8,00 ± 4,62%). Nejvyšší průměr byl zaznamenán u útočníků (11,60 ± 6,93%). Co se týče statistické a věcné významnosti poměru H:H při rychlosti 60°.s⁻¹, ani jednu nemůžeme potvrdit.



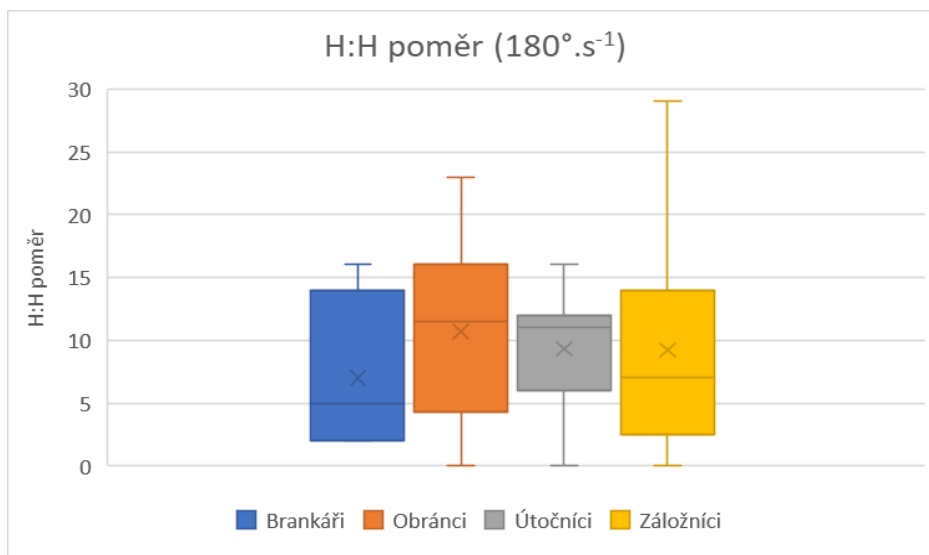
Obrázek 10 - Bilaterální poměr H:H (60°·s⁻¹)

B: průměr = 6,14%; směr. odchylka = 4,88
 O: průměr = 7,54%; směr. odchylka = 6,73
 U: průměr = 11,60%; směr. odchylka = 6,93
 Z: průměr = 8,00%; směr. Odchylka = 4,62

Tabulka 5 - Statistická a věcná významnost poměru H:H (60°·s⁻¹)

ANOVA							
Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota p	F krit	η ²
Mezi výběry	156,6027	3	52,2009	1,427503	0,243271	2,75297	0,06461
Všechny výběry	2267,215	62	36,56799				
Celkem	2423,818	65					

Průměr bilaterálních poměrů H:H při rychlosti 180°·s⁻¹ byl nejnižší u brankářů (7,00 ± 5,35%). Druhý nejnižší průměr měli se značným odstupem záložníci (9,20 ± 8,02%). Podobný výsledek jsme zjistili u útočníků (9,30 ± 4,51%) a nejvyšší průměr byl zjištěn u obránců (10,71 ± 6,33%). Rozdíly mezi jednotlivými posty nejsou statisticky ani věcně významné.



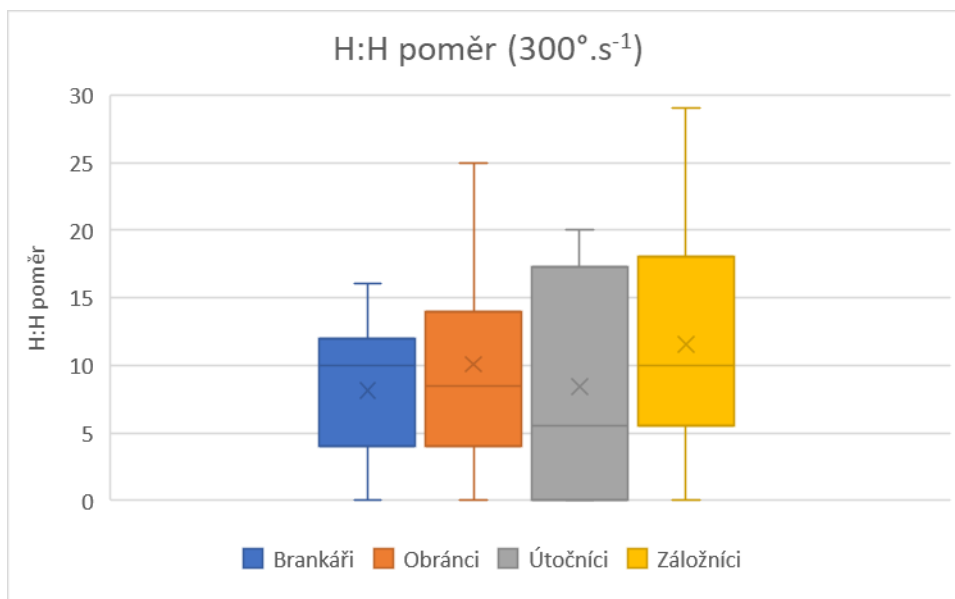
Obrázek 11 - Bilaterální poměr H:H (180°.s⁻¹)

B: průměr = 7,00%; směr. odchylka = 5,35
 O: průměr = 10,71%; směr. odchylka = 6,33
 U: průměr = 9,30%; směr. odchylka = 4,51
 Z: průměr = 9,20%; směr. odchylka = 8,02

Tabulka 6 - Statistická a věcná významnost poměru H:H (180°.s⁻¹)

ANOVA							
Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota p	F krit	η^2
Mezi výběry	81,38106	3	27,12702	0,565325	0,639924	2,75297	0,026626
Všechny výběry	2975,058	62	47,98481				
Celkem	3056,439	65					

Nejnižší H:H poměr při všech úhlových rychlostech (60°.s⁻¹, 180°.s⁻¹, 300°.s⁻¹) dosáhli brankáři. Při rychlosti 300°.s⁻¹ to bylo v průměru (8,14 ± 5,20%). U útočníků byl zaznamenán druhý nejnižší průměr (8,40 ± 7,84%). Za nimi následují obránci (10,08 ± 8,09%) a záložníci (11,56 ± 8,18%). Když se podíváme do tabulek č. 2 – 7, můžeme vidět, že ani v jednom případě se nám nepotvrdila statistická a věcná významnost, tedy nemůžeme potvrdit rozdíly v bilaterálních silových asymetriích na základě hráčského postu.



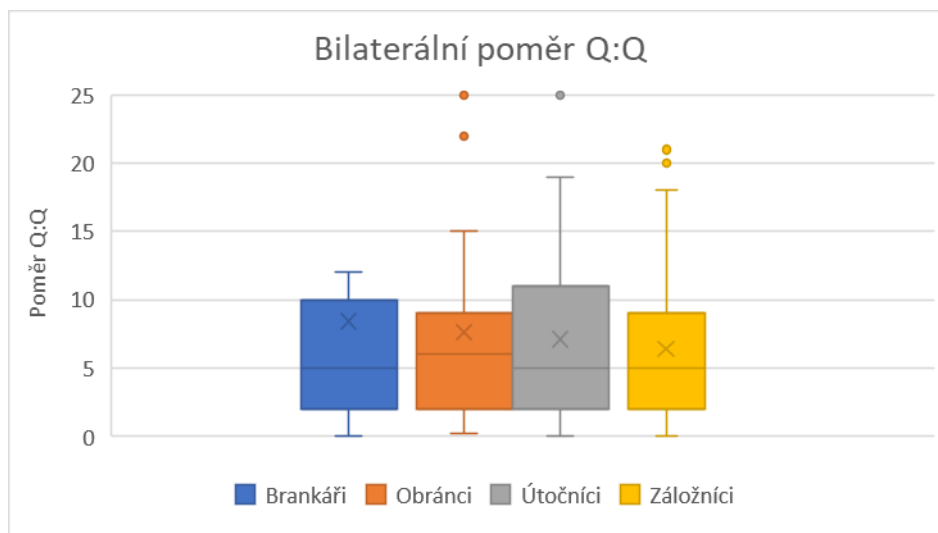
Obrázek 12 - Bilaterální poměr H:H (300°.s⁻¹)

B: průměr = 8,14%; směr. odchylka = 5,20
 O: průměr = 10,08%; směr. odchylka = 8,09
 U: průměr = 8,40%; směr. odchylka = 7,84
 Z: průměr = 11,56%; směr. odchylka = 8,187

Tabulka 7 - Statistická a věcná významnost poměru H:H (300°.s⁻¹)

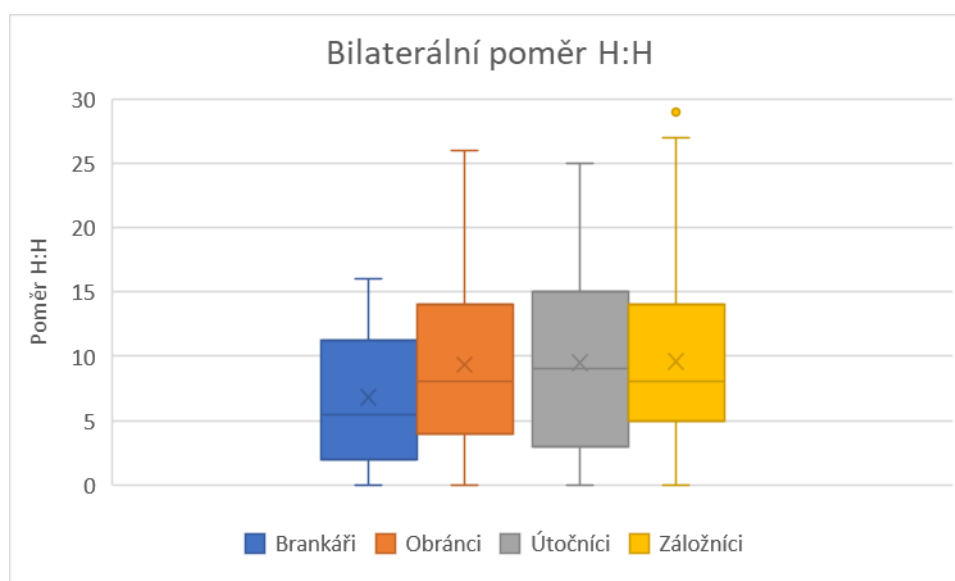
ANOVA							
Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota p	F krit	η^2
Mezi výběry	108,5677	3	36,18924	0,554384	0,647129	2,75297	0,026124
Všechny výběry	4047,25	62	65,27823				
Celkem	4155,818	65					

Po sečtení dat ze všech úhlových rychlostí (60°.s⁻¹, 180°.s⁻¹, 300°.s⁻¹) jsme zjistili, že nejvyšší procento bilaterálních asymetrií kvadricepsů (>10%) je u útočníků a to 33%. Za nimi následují brankáři s 28% a záložníci s 25%. Procentuálně nejméně asymetrií kvadricepsů bylo zaznamenáno u obránců (22%).



Obrázek 13 - Bilaterální poměr Q:Q (všechny rychlosti)

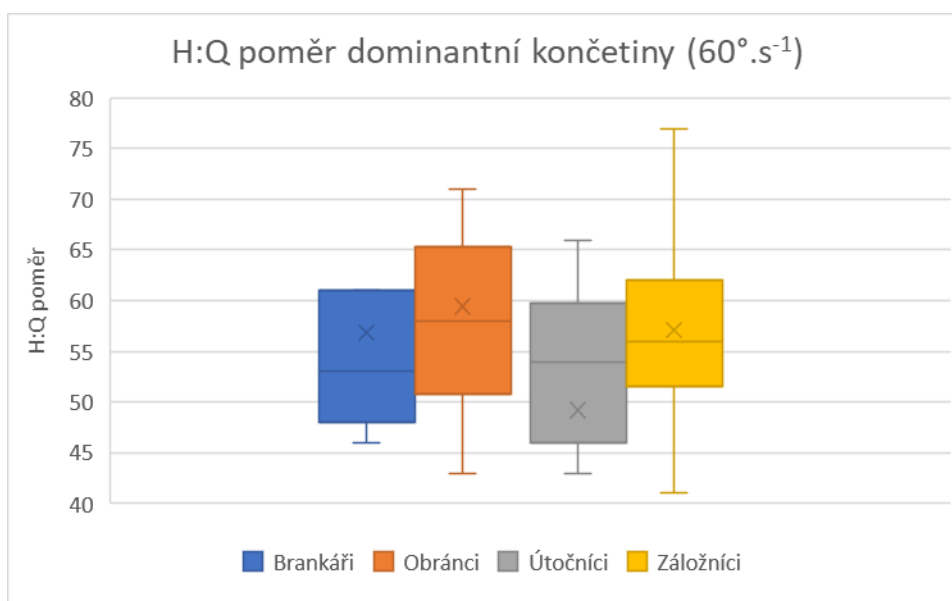
I v případě hamstringů bylo zjištěno nejvíce asymetrií (>10%) u útočníků, až 46%. U záložníků a obránců to bylo shodně po 43%. Brankářsky post zaznamenal v průměru nejméně asymetrií hamstringů a to 33%.



Obrázek 14 - Bilaterální poměr H:H (všechny rychlosti)

5.2 Unilaterální asymetrie

Na obrázku č. 15 můžeme vidět unilaterální poměry H:Q (poměr síly mezi hamstringem a kvadricepsem) dominantní končetiny pro úhlovou rychlost 60 s^{-1} . Průměrné hodnoty 60% nedosahují ani u jedné z herních pozic. Nejvyšší poměr dosahují obránci ($59,46 \pm 12,02\%$), poté následují brankáři ($58,86 \pm 12,11\%$) a záložníci ($57,12 \pm 7,96\%$). Nejnižší H:Q poměr sledujeme u herní pozice útočníci, která v průměru dosahovala hodnot pouze $49,20 \pm 17,65\%$. Rozdíly mezi posty jsou při rychlosti 60 s^{-1} statisticky nevýznamné. Věcná významnost nám indikuje střední vliv hráčského postu na unilaterální silové asymetrie u dominantní DK.



Obrázek 15 - Unilaterální poměr H:Q dominantní končetiny ($60^\circ \cdot s^{-1}$)

B: průměr = 56,86%; směr. odchylka = 12,11

O: průměr = 59,46%; směr. odchylka = 12,02

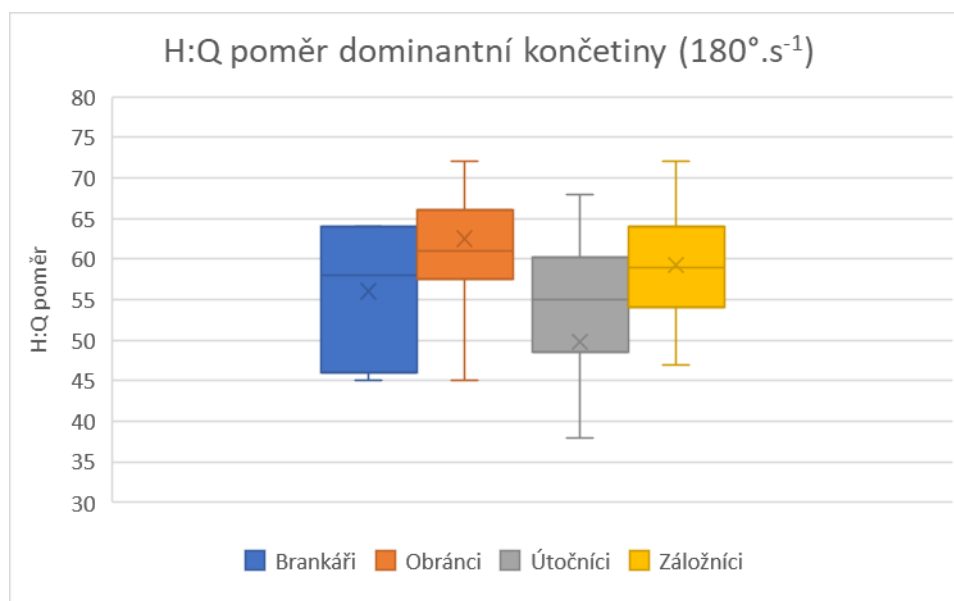
U: průměr = 49,20%; směr. odchylka = 17,65

Z: průměr = 57,12%; směr. odchylka = 7,96

Tabulka 8 - Statistická a věcná významnost poměru H:Q dominantní DK ($60^\circ \cdot s^{-1}$)

ANOVA							
Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit	η^2
Mezi výběry	749,5657	3	249,8552	1,685446	0,179313	2,75297	0,075404
Všechny výběry	9191,055	62	148,2428				
Celkem	9940,621	65					

Na obrázku č. 16 sledujeme unilaterální poměry H:Q dominantní končetiny pro úhlovou rychlost 180 s^{-1} . Nejvyšší poměr byl zjištěn u obránců, a to $62,50 \pm 9,88\%$. Druhý nejvyšší poměr zaznamenali záložníci ($59,28 \pm 6,45\%$), dále brankáři ($56,00 \pm 7,54\%$) a nakonec útočníci ($49,80 \pm 18,24\%$). V tomto případě se nám potvrdila statistická významnost ($p < 0,05$; kde $p = 0,02$). I výsledky věcné významnosti ($\eta^2 = 0,14$) nám indikují velký vliv hráčské pozice na silové asymetrie H:Q u dominantní DK.



Obrázek 16 - Unilaterální poměr H:Q dominantní končetiny ($180^\circ \cdot s^{-1}$)

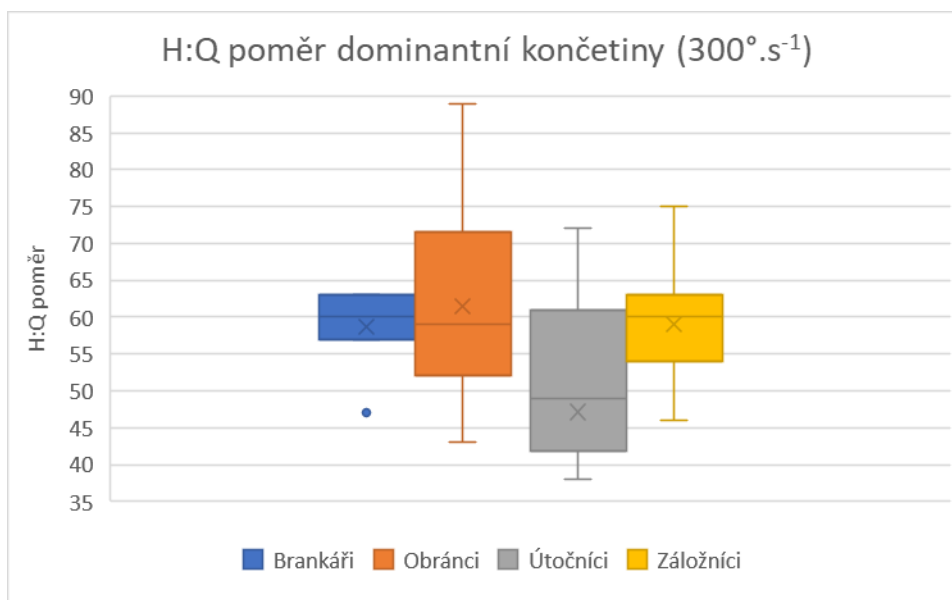
B: průměr = 56,00%; směr. odchylka = 7,54
 O: průměr = 62,50%; směr. odchylka = 9,88
 U: průměr = 49,80%; směr. odchylka = 18,24
 Z: průměr = 59,28%; směr. odchylka = 6,45

Tabulka 9 - Statistická a věcná významnost poměru H:Q dominantní DK ($180^\circ \cdot s^{-1}$)

ANOVA							
Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota p	F krit	η^2
Mezi výběry	1198,027	3	399,3422	3,483956	0,020956	2,75297	0,144259
Všechny výběry	7106,64	62	114,6232				
Celkem	8304,667	65					

Na obrázku č. 17 vidíme unilaterální poměry H:Q dominantní končetiny pro úhlovou rychlost $300^\circ \cdot s^{-1}$. Obránci zaznamenali nejvyšších průměrů i při této rychlosti, když jejich poměry H:Q dosáhly $61,5 \pm 7,78\%$. Za nimi následují záložníci s $59 \pm 8,59\%$

a brankáři s $58,71 \pm 5,20\%$. Nejnižší průměr byl zjištěn u útočníků ($47,1 \pm 18,41\%$). Výsledky měření dominantní končetiny při úhlové rychlosti $300^\circ \cdot s^{-1}$ jsou jak statisticky ($p < 0,05$; $p = 0,02$), tak i věcně významné ($\eta^2 = 0,14$).



Obrázek 17 - Unilaterální poměr H:Q dominantní končetiny ($300^\circ \cdot s^{-1}$)

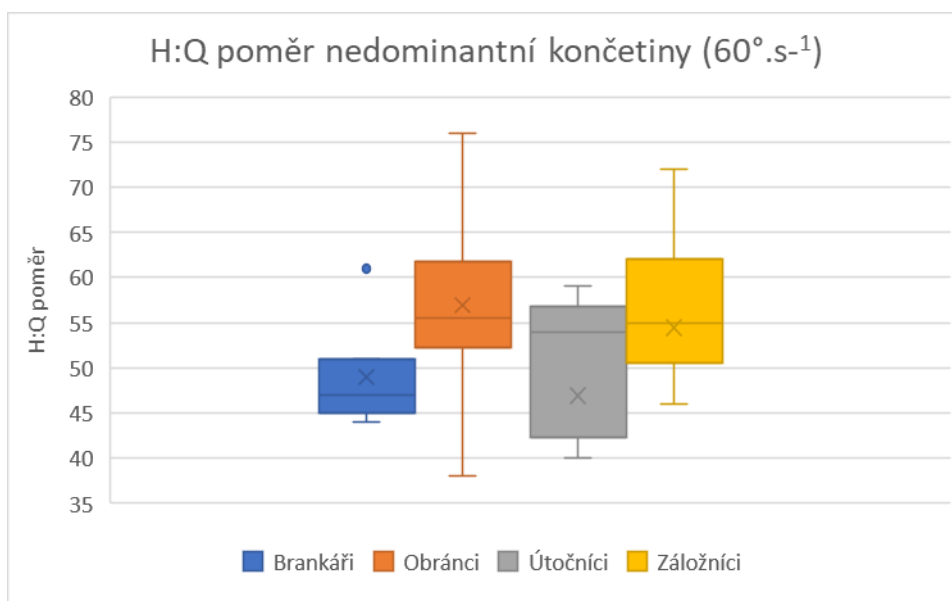
B: průměr = 58,71%; směr. odchylka = 5,20
 O: průměr = 61,50%; směr. odchylka = 7,78
 U: průměr = 47,10%; směr. odchylka = 18,41
 Z: průměr = 59,00%; směr. odchylka = 8,59

Tabulka 10 - Statistická a věcná významnost poměru H:Q dominantní DK ($300^\circ \cdot s^{-1}$)

ANOVA							
Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota p	F krit	η^2
Mezi výběry	1510,293	3	503,4309	3,567033	0,018998	2,75297	0,147193
Všechny výběry	8750,329	62	141,1343				
Celkem	10260,62	65					

Na obrázku č. 18 můžeme pozorovat unilaterální poměry H:Q nedominantní končetiny pro úhlovou rychlost $60 s^{-1}$. Nejvyšší průměr sledujeme opět u obránců ($56,96 \pm 8,08\%$), poté u záložníků ($54,44 \pm 11,94\%$). Průměrný poměr H:Q pod 50% jsme zaznamenali na herních pozicích brankářů ($49,00 \pm 5,37\%$) a útočníků ($46,90 \pm 16,77\%$).

Co se týče statistické významnosti, tak se v tomto případě nepotvrdila, ale věcná významnost nám ukazuje střední vliv postu hráčky na silové asymetrie.



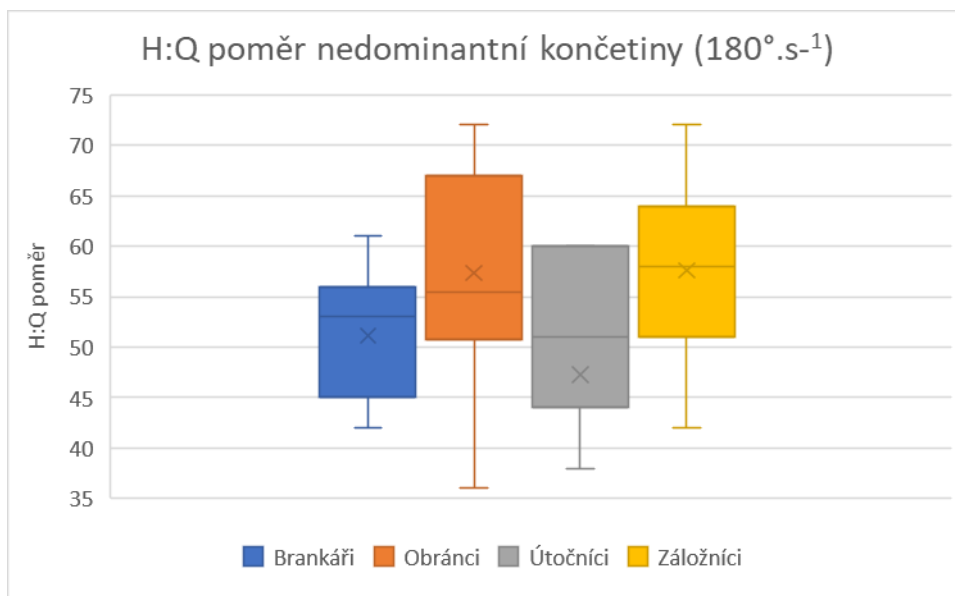
Obrázek 18 - Unilaterální poměr H:Q nedominantní končetiny (60°.s⁻¹)

B: průměr = 49,00%; směr. odchylka = 5,37
 O: průměr = 56,96%; směr. odchylka = 8,08
 U: průměr = 46,9%; směr. odchylka = 16,77
 Z: průměr = 54,44%; směr. odchylka = 11,94

Tabulka 11 - Statistická a věcná významnost poměru H:Q nedominantní DK (60°.s⁻¹)

ANOVA							
Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota p	F krit	η^2
Mezi výběry	885,2544	3	295,0848	2,246466	0,091717	2,75297	0,098043
Všechny výběry	8144,018	62	131,3551				
Celkem	9029,273	65					

Obrázek č. 19 zobrazuje unilaterální poměry H:Q nedominantní končetiny pro úhlovou rychlost 180 s⁻¹. Nejvyšší průměrnou hodnotu můžeme vidět u záložníků (57,60 ± 8,20%), poté u obránců (57,33 ± 9,67%) a brankářů (51,14 ± 6,08%). Nejnížší hodnoty byly zjištěny u útočníků (47,30 ± 17,25%). Tyto výsledky můžeme potvrdit na základě statistické ($p < 0,05$; $p = 0,04$) i věcné významnosti ($\eta^2 = 0,12$).



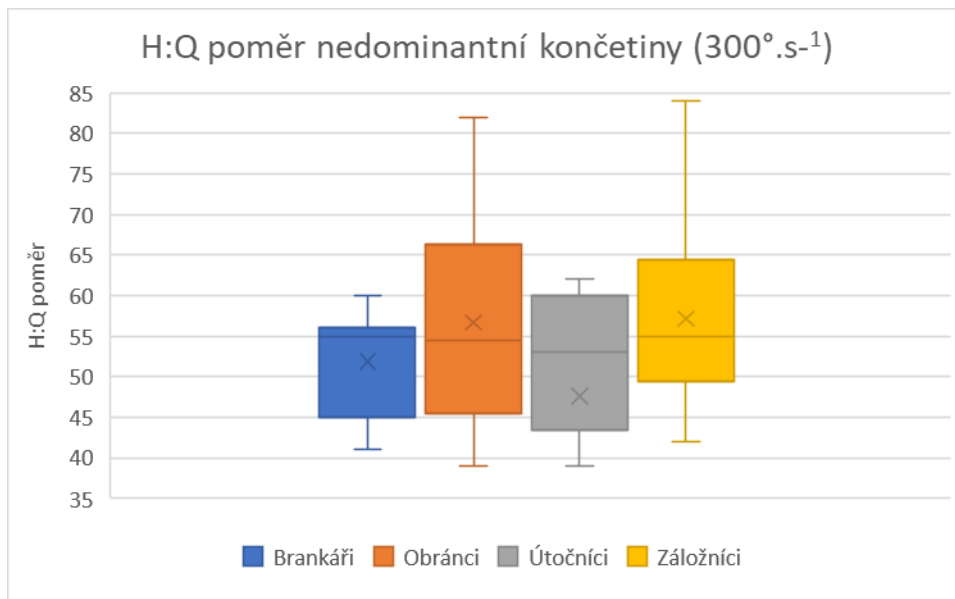
Obrázek 19 - Unilaterální poměr H:Q nedominantní končetiny (180°.s⁻¹)

B: průměr = 51,14%; směr. odchylka = 6,08
 O: průměr = 57,33%; směr. odchylka = 9,67
 U: průměr = 47,30%; směr. odchylka = 17,25
 Z: průměr = 57,60%; směr. Odchylka = 8,20

Tabulka 12 - Statistická a věcná významnost poměru H:Q nedominantní DK (180°.s⁻¹)

ANOVA							
Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit	η^2
Mezi výběry	992,3307	3	330,7769	2,864153	0,043779	2,75297	0,121719
Všechny výběry	7160,29	62	115,4886				
Celkem	8152,621	65					

Na obrázku č. 20 můžeme sledovat unilaterální poměry H:Q nedominantní končetiny pro úhlovou rychlost 300 s⁻¹. Nejvyšší poměr byl zaznamenán u útočníků (57,6 ± 17,29%). Těsně za nimi následují záložníci (57,2 ± 9,76%) a obránci (56,71 ± 10,49%). Brankáři v tomto měření dosáhli nejnižšího poměru, a to 51,86 ± 6,20%. Při rychlosti 300°.s⁻¹ jsou výsledky statisticky nevýznamné a věcná významnost indikuje střední vliv postu hráček na unilaterální asymetrie u nedominantní DK.



Obrázek 20 - Unilaterální poměr H:Q nedominantní končetiny (300°.s⁻¹)

B: průměr = 51,86%; směr. odchylka = 6,20

O: průměr = 56,71%; směr. odchylka = 10,49

U: průměr = 47,60%; směr. odchylka = 17,29

Z: průměr = 57,20%; směr. odchylka = 9,76

Tabulka 13 - Statistická a věcná významnost poměru H:Q nedominantní DK (300°.s⁻¹)

ANOVA							
Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota p	F krit	η^2
Mezi výběry	807,784 5	3	269,261 5	2,01518 3	0,12099 2	2,75297	0,088846
Všechny výběry	8284,21 5	62	133,616 4				
Celkem	9092	65					

6. Diskuse

Bilaterální asymetrie

Cílem této diplomové práce bylo komparovat bilaterální asymetrie flexorů (Q:Q) a extenzorů (H:H) kolene a jejich vzájemný unilaterální poměr (H:Q) u profesionálních fotbalistek mezi různými hracími pozicemi. Izokinetickou sílu jsme zjišťovali při 3 úhlových rychlostech ($60^{\circ} \cdot s^{-1}$, $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ a $300^{\circ} \cdot s^{-1}$). Potvrzení významu monitorování bilaterálních a unilaterálních rozdílů pomocí izokinetické dynamometrie přináší řada studií (Malý et al., 2019; Blache et al., 2012; Croisier et al., 2008). Ve většině případů výzkumný vzorek tvoří mužští sportovci, ačkoli na vědeckém poli značně stoupá zájem o ženský fotbal, což potvrzuje také počet publikovaných prací (Jones et al., 2020, Vargas et al., 2020; Brooks et al., 2013). Za asymetrii, která se považuje za významný prediktor pro zvýšené riziko zranění, jsme zvolili prahovou hodnotu nad 10% (Croisier et al., 2004; Malý et al., 2016). Ruas et al. (2015) ve svojí publikaci považuje za bilaterální asymetrie rozdíly nad 15% jako zvýšené riziko zranění. Hráči fotbalu mohou prezentovat různé asymetrie svalové síly, které lze přičíst jednostranným fotbalovým dovednostem a upřednostnění dominantní dolní končetiny pro kopání (Mohr et al., 2003). Výsledky naší studie prezentují bilaterální poměry extenzorů při úhlové rychlosti ($60^{\circ} \cdot s^{-1}$) v průměru (Q:Q = 6,44 – 10,73%), kde nejmenší hodnoty dosáhli záložníci a nad významnou hranici 10% se dostali pouze brankáři. Toto zjištění může naznačovat, že brankáři provádí odlišný trénink, při kterém absolvují více specifických brankářských pohybů (např. opakované vertikální a boční skoky a jednostranné kopy od branky), což může změnit v průběhu času jejich silové profily ve srovnání s jinými pozicemi (Eirale et al., 2014). Ruas et al. (2015) ve svojí studii naznačuje, že výsledky brankářů by měly být interpretovány odlišně od jiných pozic a že hodnoty mimo přijaté normy týmu nemusí nutně prokazovat abnormalitu nebo větší riziko zranění pro tuto pozici. Nedostatek rozdílu byl dříve popsán v jiných studiích (Magalhães et al., 2001; Weber et al., 2010) a může naznačovat, že ačkoli každá pozice může vyžadovat specifické vlastnosti, hraní fotbalu může vést k podobným svalovým asymetriím mezi pozicemi.

V porovnání s úhlovou rychlostí $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ (5,88 – 7,50%) a $300^{\circ} \cdot s^{-1}$ (7,00 – 8,29%) pozorujeme značně nižší poměr Q:Q. Tento fakt si vysvětlujeme tím, že s narůstající rychlostí pohybu klesá úroveň bilaterální a unilaterální asymetrie (Malý et al., 2016; Bonetti et al., 2017), proto je rozvoj a monitoring izokinetické síly při různých rychlostech velmi

důležitý prvek sportovního tréninku pro komplexní hodnocení zdravotního stavu hráče. Toto zjištění může být spojené s četností vysoko intenzivních specifických pohybů, které se vyskytují v zápase (kop, výskok) a které jsou prováděny ve vyšších rychlostech pohybu. Vyšší rychlosti ($180^{\circ} \cdot s^{-1}$, $300^{\circ} \cdot s^{-1}$) v průměru neprokázali prevalenci Q:Q asymetrií ani u jedné z hracích pozic. Tyto výsledky jsou v souladu se studií Rahnema et al. (2005), Ruas et al., (2015) a Zakas (2006), kde autoři nenašli signifikantní rozdíly mezi preferovanou a nepreferovanou dolní končetinou u extenzorů kolene při třech různých rychlostech (60 , 120 , $300^{\circ} \cdot s^{-1}$) mezi hráčskými pozicemi u mužských elitních fotbalových hráčů. Podobně v naší práci se nám pomocí statistické a věcné významnosti nepodařilo potvrdit vliv postu hráčky na silové asymetrie. Na druhou stranu existují studie, které ukazují, že fotbalisté mají různé asymetrie svalové síly dolních končetin (Ergun et al., 2004; Masuda et al., 2005). Tyto asymetrie zdůvodňují preferenci jedné strany při provádění většiny fotbalových dovedností. Podle Iga et al. (2009) fotbaloví hráči téměř nikdy nepoužívají obě nohy se stejným důrazem, přičemž tato preference souvisí s hemisferickou dominancí mozku na opačné straně, co může být možnou příčinou abnormálního deficitu u profesionálních fotbalových hráčů.

Co se týče poměrů hamstringů dominantní a nedominantní nohy (H:H), brankářský post jako jediný vyčníval mezi ostatními. Brankáři dosáhli nejnižší průměry (a nepřesáhli asymetrie nad 10%) při všech třech rychlostech. Navíc, ostatní pozice se dostaly nad 10% minimálně jednou. Při rychlosti $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ to byli útočníci ($11,60 \pm 6,93\%$), při rychlosti $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ obránci ($10,71 \pm 6,33\%$) a při rychlosti $300^{\circ} \cdot s^{-1}$ opět obránci ($10,08 \pm 8,09\%$) a záložníci ($11,56 \pm 8,18\%$). Naše hráčky měly větší silové asymetrie ve flexorech kolene ve srovnání s extenzory. Tyto výsledky jsou ve shodě s dalšími studii (Croisier et al., 2008; Fousekis et al., 2010), které zjistily, že fotbalisté trpí převážně asymetrií hamstringů. Naopak v studii Malý et al. (2019) můžeme pozorovat u florbalistů obrácený poměr při rychlosti $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ (H:H = $7,73 \pm 5,18\%$; Q:Q = $9,18 \pm 8,01\%$). V naší studii zaznamenali pouze brankáři větší Q:Q poměr oproti poměru H:H.

Když jsme sečetli data ze všech úhlových rychlostí ($60^{\circ} \cdot s^{-1}$, $180^{\circ} \cdot s^{-1}$, $300^{\circ} \cdot s^{-1}$) ukázalo se, že v 33% případech měření měli útočníci asymetrie kvadricepsů nad 10%, což bylo nejvíc ze všech postů. Poté následovali brankáři s 28% a záložníci s 25%. Procentuálně nejméně asymetrií kvadricepsů bylo zaznamenáno u obránců, a to 22%. I v případě hamstringů evidujeme nejvíce asymetrií (>10%) u útočníků, až 46%. U záložníků a obránců to bylo shodně po 43%. Brankářsky post zaznamenal v průměru nejméně asy-

metrií hamstringů a to 33%. Nejvíce bilaterálních asymetrií evidujeme tedy u našich útočníků, a to jak u extenzorů, tak u flexorů kolene (46%). Rahnama et al. (2005) ve svojí publikaci uvádí, že 28 z 48 fotbalových hráčů mělo silové dysbalance (nad 10%) v oblasti flexorů kolene. K podobným závěrům dospěl ve svojí studii i Eniseler et al. (2012). U flexorů kolene můžeme pozorovat vyšší procento asymetrií taky mezi útočníky a obránci (43%). Naopak Ruas et al. (2015) v studii prokázal, že žádná hrací pozice nepředstavovala hodnoty významně vyšší než normativní hodnota. Autoři v této studii zvolili 15% jako horní hranici označující zvýšené riziko zranění na rozdíl od naší práce, kde to bylo 10%. Tento rozdíl může mít ve výsledku velký vliv na četnost zjištěných asymetrií.

Unilaterální asymetrie

Fotbal je označován za sport s vysokým rizikem zranění předního zkříženého vazů (ACL), protože vyžaduje náhlé změny směru, skákaní a točivé pohyby. Pro tyto pohyby je žádoucí určitá míra poměru H:Q, aby se předešlo přetížení ACL (Cometti, 2001). Ideální H:Q poměr uvádí Arsenis et al., (2020) mezi 50-65% přičemž hladinu 43% označuje jako kritickou pro zranění. Největší poměry H:Q u dominantní DK prokázali při všech třech úhlových rychlostech obránci, kdy se jako jediná pozice dostala přes hladinu 60% ($62,50 \pm 9,88\%$; $61,50 \pm 7,78\%$). Výsledky byly statisticky a věcně významné v případě rychlostí $180^\circ \cdot s^{-1}$ a $300^\circ \cdot s^{-1}$. Druhé nejvyšší průměrné hodnoty zaznamenali záložníci ($59,28 \pm 6,45\%$; $59,00 \pm 8,59\%$). Brankáři dosáhli o něco menších poměrů ($56 \pm 7,54\%$; $58,71 \pm 5,20\%$). Jednoznačně nejnižší poměry u preferované a nepreferované DK pozorujeme u útočníků, kterých hodnoty u dominantní DK nepřesáhly minimální požadované hodnoty 50% ani u jedné z rychlostí, které byly jak statisticky tak i věcně významné. ($49,80 \pm 18,24\%$; $47,10 \pm 18,41\%$). Vysoké hodnoty směrodatných odchylek však naznačují, že v rámci dané skupiny útočníků existují velké rozdíly mezi jednotlivci. Ižovská (2019) ve svojí práci dospěla k opačným výsledkům, když mužští profesionální útočníci prokázali nejmenší dysbalance dominantní DK ($66.1 \pm 13.3\%$). U nedominantní nohy se nám potvrdila statistická a věcná významnost pouze při úhlové rychlosti $180^\circ \cdot s^{-1}$. Naši útočníci nepřekročili hranici 50% ani u nedominantní DK, kdy se hodnota jejich H:Q poměru dostala na hodnotu $47,30 \pm 17,25\%$. Vysoká směrodatná odchylka nám opět indikuje velký rozptyl ve výsledcích mezi jednotlivými útočníky (29-60%), kdy pouze 3 hráčky z 10 měly u nedominantní DK poměry H:Q menší než 50%. Těsně nad 50% dosáhli brankáři $51,14 \pm 6,08\%$. Nejvyšší H:Q poměr u nedominantní DK prokázali obránci

($57,33 \pm 9,67\%$) a záložníci ($57,60 \pm 8,20\%$). Tyto dvě pozice dosáhly nejmenších asymetrií i u dominantní nohy. Ve všeobecnosti můžeme u nedominantní DK sledovat větší asymetrie v porovnání s dominantní, což je v souladu se zjištěním v studii od Vargas et al. (2020). Rovnováha v osvalení mezi dominantní a nedominantní DK je nutná v prevenci poranění, protože dysbalance mohou být důležitým prediktorem zranění (Herdy et al., 2014; Lehanche et al., 2009).

V naší práci pozorujeme relativně nízké H:Q poměry především u útočníků, což vypovídá o silovém deficitu hamstringů u měřených hráček. Obecně nízké absolutní a relativní momenty síly pro flexory kolene u fotbalistek uvádí také ve své publikaci Jones et al. (2020) a tvrdí, že bilaterální a unilaterální deficity sil nutně nemusí znamenat pro ženský fotbal problém. Větší obavy u něho budí právě slabší hamstringy a zdůrazňuje potřebu rozvíjet sílu DK u ženských fotbalistek. Dle Croisier et al. (2002) zranění hamstringů jsou u fotbalistů běžná, a to může být způsobeno rozsáhlým používáním čtyřhlavého svalu při provádění opakovaných kopů a přihrávek. Bez náležité excentrické síly hamstringů, která by tyto akce zpomalila, může být riziko zranění zvýšeno. Nízká excentrická síla hamstringů nepreferované nohy může být způsobena tím, že tato končetina je méně používána než preferovaná noha během hry (Dallinga et al., 2012). Toto tvrzení podporuje také Mohr et al., (2003), jenž tvrdí, že hráči fotbalu mohou prezentovat různé asymetrie svalové síly, které lze přičíst jednostranným fotbalovým dovednostem a upřednostnění dominantní končetiny pro kopání. Naše studie naznačuje, že největší rozdíly pozorujeme mezi brankáři a ostatními hracími posty. Další zjištění je, že hráčky vykazovaly vyšší počet asymetrií u nedominantní nohy. Na základě těchto zjištění bychom hráčkám doporučili dále monitorovat asymetrie DK, rozvíjet jejich sílu a kompenzovat sílu u nedominantní DK.

7. Závěr

Hlavním cílem této diplomové práce bylo zjistit, jestli na základě hráčského postu umíme určit silový profil hráčky a charakterizovat unilaterální a bilaterální asymetrie svalů kolene u jednotlivých hráčských pozic. V první hypotéze jsme předpokládali, že bilaterální asymetrie u flexorů kolene bude mít větší podíl hráčů než u extenzorů. V naší práci jsme za bilaterální asymetrie považovali Q:Q a H:H poměry nad 10%. Tuto hypotézu můžeme potvrdit, protože nárůst v počtu asymetrií extenzorů oproti flexorům můžeme pozorovat u všech hracích postů. Největší rozdíl prokázali obránci, když 22% z nich mělo asymetrie kvadricepsů a až 46% asymetrie hamstringů.

V hypotéze číslo 2 predikujeme, že se zvyšující se úhlovou rychlostí se bude zvyšovat H:Q poměr jak u dominantní, tak u nedominantní DK. U dominantní DK jsme při úhlové rychlosti $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ zjistili vyšší H:Q poměr oproti rychlosti $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ na všech postech kromě brankářů. Naopak při rychlosti $300^{\circ} \cdot s^{-1}$ pouze brankáři prokázali vyšší unilaterální poměry oproti nižším rychlostem, poměry ostatních pozic klesly. Podobné výsledky můžeme pozorovat u nedominantní DK, když zvýšení rychlosti na $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ přineslo vyšší H:Q poměry na všech hracích postech. Ovšem zvýšení rychlosti na $300^{\circ} \cdot s^{-1}$ způsobilo nižší H:Q poměry na všech pozicích kromě záložníků. Hypotézu číslo 2 nemůžeme potvrdit.

V hypotéze číslo 3 predikujeme významné rozdíly v unilaterálních a bilaterálních asymetriích na základě hráčského postu ($p=0,05$). V případě bilaterálních asymetrií tuto hypotézu nemůžeme potvrdit, protože rozdíly nebyly statisticky ani věcně významné. Co se týče unilaterálních asymetrií, tak tady hypotézu potvrzujeme. Významné rozdíly na základě hrací pozice evidujeme jak u dominantní DK (při úhlové rychlosti $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ a $300^{\circ} \cdot s^{-1}$), tak u nedominantní (při $180^{\circ} \cdot s^{-1}$).

V hypotéze číslo 4 jsme předpokládali nižší H:Q poměry u útočníků v porovnání s ostatními pozicemi. Tato hypotéza se nám potvrdila vzhledem k tomu, že útočníci prokázali nejnižší H:Q poměry u dominantní i nedominantní DK.

Na základě poznatků tyto studie jsme došli k závěru, že existují rozdíly v silových profilech a asymetriích na základě hráčského postu. U brankářů jsme zjistili větší podíl bilaterálních asymetrií kvadricepsů v porovnání s hamstringy, naopak ostatní pozice prokázaly větší procento asymetrií hamstringů. Dále jsme přišli na to, že útočníci

zaznamenali ze všech pozic jednoznačně nejnižší H:Q poměry. Nejvyšší H:Q poměry prokázali obránci, potom záložníci. I když všechny testované hráčky hrály nejvyšší ligu, můžeme sledovat výrazné výkonnostní rozdíly mezi hráčkami top klubů a hráčkami průměrných klubů, co může být pro tuto studii limitujícím faktorem. Dále jsme neměli žádné informace o minulých zraněních hráček, i když v době testování byla každá hráčka zdravá. Další limitující faktor pro naši studii prezentuje malý počet probandů v souboru - útočníci (n=10) a brankáři (n=7). Pro další výzkum bychom zvolili větší počet hráček v jednom souboru – minimum 20. Dále se nabízí možnost orientovat výzkum na zjištění incidence zranění v závislosti od hráčského postu. Další studie by se mohly eventuálně zaměřit na to, aby byly izokinetické testy prováděny po zátěži ve stavu únavy. Tato metoda by umožnila lepší simulaci zápasových podmínek.

8. Literatura

AKUTHOTA, V., NADLER, S. F. Core strengthening. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 2004, 85: 86-92.

ANDERSEN, T. E., et al. Mechanisms of head injuries in elite football. *British journal of sports medicine*, 2004, 38.6: 690-696.

ANDRADE, M., et al. Isokinetic hamstrings-to-quadriceps peak torque ratio: The influence of sport modality, gender, and angular velocity. *Journal of sports sciences*, 2012, 30.6: 547-553.

ARNASON, A., et al. Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2004, 36.2: 278-285.

ARSENIS, S., et al. Effects of the FIFA 11+ injury prevention program on lower limb strength and balance. *Journal of Physical Education and Sport*, 2020, 20.2: 592-598.

BABIC, M., HOLIENKA, M., MIKULIČ, M. Internal load of soccer goalkeepers during the improvement of selected game activities. *Journal of Physical Education and Sport*, 2018, 18.3: 1731-1737.

BALÁŽ, J., KORČEK, V. Diferencované požiadavky na pohybové schopnosti futbalistov. *Zborník KTV Sjf STV*. Bratislava, 2005, 17-20.

BANGSBO, J. *Football (soccer)*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1994. 336 s. ISBN 978-1591640622

BANGSBO, J., KRUSTRUP, P. 55 Physical demands and training of top-class soccer players. *Science and football VI*, 2008, 318.

BANGSBO, J., MICHALSIK, L. Assessment of the physiological capacity of elite soccer players. *Science and football IV*, 2002, 53-62.

BARFIELD, W. R., KIRKENDALL, D. T., YU, B. Kinematic instep kicking differences between elite female and male soccer players. *Journal of sports science & medicine*, 2002, 1.3: 72.

BEDŘICH, L. *Fotbal: rituální hra moderní doby*. Masarykova univerzita, 2006. 195 s. ISBN 80-210-3927-2.

BELEJ, M. *Motorické učenie*. Prešovská univerzita-Fakulta human. a prír. vied, 2001. 197 s. - ISBN 80-8068-041-8.

BIEDERT, R. M., BACHMANN, M. Frauenfußball. *Der Orthopäde*, 2005, 34.5: 448-453.

BLACHE, Y., MONTEIL, K. Contralateral strength imbalance between dominant and non-dominant lower limb in soccer players. *Science & Sports*, 2012, 27.3: e1-e8.

BOLOTIN, A., BAKAYEV, V. Factors that determine high efficiency in developing speed and strength abilities of female hurdlers. *Journal of Physical Education & Sport*, 2016, 16.3.

BONETTI, L. V., et al. Isokinetic performance of knee extensors and flexors in adolescent male soccer athletes. *Sport Sciences for Health*, 2017, 13.2: 315-321.

BRADLEY, P. S., et al. Gender differences in match performance characteristics of soccer players competing in the UEFA Champions League. *Human movement science*, 2012, 33: 159-171.

BRADLEY, P. S., et al. The Application of the Y o-Y o Intermittent Endurance Level 2 Test to Elite Female Soccer Populations. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 2014, 24.1: 43-54.

BRADLEY, P. S., et al. Tier-specific evolution of match performance characteristics in the English Premier League: it's getting tougher at the top. *Journal of sports sciences*, 2016, 34.10: 980-987.

BROOKS, K. A., CLARK, S. L., DAWES, J. Isokinetic strength and performance in collegiate women's soccer. *Journal of novel physiotherapies*, 2013, 001.

BROWN, E. L. Isokinetics in human performance, Human Kinetics. *Florida: Hardback*, 2000.

BROWN, S., VERA-GARCIA, J., MCGILL, S. M. Effects of abdominal muscle coactivation on the externally preloaded trunk: variations in motor control and its effect on spine stability. *Spine*, 2006, 31.13: E387-E393.

CARVALHO, P., CABRI, J. Avaliação isocinética da força dos músculos da coxa em futebolistas. *Revista Portuguesa de Fisioterapia no Desporto*, 2007, 1.21: 4-13.

CASTAGNA, C., CASTELLINI, E. Vertical jump performance in Italian male and female national team soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2013, 27.4: 1156-1161.

COMETTI, G., et al. Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *International journal of sports medicine*, 2001, 22.01: 45-51.

COOK, C. J., BEAVEN, C. M., KILDUFF, L. P. Three weeks of eccentric training combined with overspeed exercises enhances power and running speed performance gains in trained athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2013, 27.5: 1280- 1286.

COOMBS, R., GARBUTT, G. Developments in the use of the hamstring/quadriceps ratio for the assessment of muscle balance. *Journal of sports science & medicine*, 2002, 1.3: 56.

CROISIER, JL., CRIELAARD, JM. Hamstring muscle tear with recurrent complaints: an isokinetic profile. *Isokinetics and exercise science*, 2002, 8.3: 175-180.

CROISIER, JL., GANTEAUME, S., FERRET, J. M. Preseason isokinetic intervention as a preventive strategy for hamstring injury in professional soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 2004, 39.6: 379.

CROISIER, JL., et al. Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *The American journal of sports medicine*, 2008, 36.8: 1469-1475.

CROSS, K. M., et al. Comparison of hamstring strain injury rates between male and female intercollegiate soccer athletes. *The American journal of sports medicine*, 2013, 41.4: 742-748.

DALLINGA, J. M., BENJAMINSE, A., LEMMINK, K. Which screening tools can predict injury to the lower extremities in team sports?. *Sports medicine*, 2012, 42.9: 791-815.

DAUTY, M., et al. Prediction of hamstring injury in professional soccer players by isokinetic measurements. *Muscles, ligaments and tendons journal*, 2016, 6.1: 116.

DE LIRA, C., et al. Isokinetic knee muscle strength profile in Brazilian male soccer, futsal, and beach soccer players: a cross-sectional study. *International journal of sports physical therapy*, 2017, 12.7: 1103.

DOVALIL, J., et al. *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia, 2009, 336 s. ISBN. 978-80-7376-326-8.

DUFOUR, M., et al. *Pohybové schopnosti v tréninku: rychlost*. Mladá fronta, 2015. 192 s. ISBN 978-80-2043-461-6.

DVORAK, J., JUNGE, A. Football injuries and physical symptoms. *The American journal of sports medicine*, 2000, 28.5_suppl: 3-9.

EIRALE, C., et al. Different injury pattern in goalkeepers compared to field players: a three-year epidemiological study of professional football. *Journal of science and medicine in sport*, 2014, 17.1: 34-38.

ENISELER, N., et al. Isokinetic strength responses to season-long training and competition in Turkish elite soccer players. *Journal of human kinetics*, 2012, 31.1: 159-168.

ERGÜN, M., İŞLEGEN, C., TAŞKIRAN, E. A cross-sectional analysis of sagittal knee laxity and isokinetic muscle strength in soccer players. *International journal of sports medicine*, 2004, 25.08: 594-598.

ESSENDROP, M., SCHIBYE, B. Intra-abdominal pressure and activation of abdominal muscles in highly trained participants during sudden heavy trunk loadings. *Spine*, 2004, 29.21: 2445-2451.

FAJFER, Z. *Trenér fotbalu mládeže (6-15 let)*. Praha: Olympia, 2005. 149 s. ISBN 8070339330.

FOUSEKIS, K., et al. Intrinsic risk factors of non-contact quadriceps and hamstring strains in soccer: a prospective study of 100 professional players. *British journal of sports medicine*, 2011, 45.9: 709-714.

FOUSEKIS, K., TSEPIS, E., VAGENAS, G. Lower limb strength in professional soccer players: profile, asymmetry, and training age. *Journal of sports science & medicine*, 2010, 9.3: 364.

FOUSEKIS, K., TSEPIS, E., VAGENAS, G. Multivariate isokinetic strength asymmetries of the knee and ankle in professional soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, 2010, 50.4: 465-474.

GARCES, G. L., et al. Normative database of isometric cervical strength in a healthy population. *Medicine and science in sports and exercise*, 2002, 34.3: 464-470.

GIOFTSIDOU, A., et al. Isokinetic strength training program for muscular imbalances in professional soccer players. *Sport Sciences for Health*, 2008, 2.3: 101-105.

GOULART, L. F., DIAS, R., ALTIMARI, L. Isokinetic force of under-twenties soccer players: Comparison of players in different field positions. *Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance*, 2007, 9.2: 165-169.

GROSSER, M., ZINTL, F. (1994). Training of the physical conditions (2nd ed.). Schorndorf: Hoffman.

HARRISS, D. J., MACSWEEN, A., ATKINSON, G. Ethical standards in sport and exercise science research: 2020 update. *International journal of sports medicine*, 2019, 40.13: 813-817.

HAVLÍČKOVÁ, L., et al. *Fyziologie tělesné zátěže I.(obecná část)*. Praha: Karolinum, 2008. 203 s. ISBN 9788071848752.

HERDY, C. V. S. H., et al. Análise dos aspectos morfológicos de atletas de futebol Sub-07, Sub-09, Sub-11, Sub13, Sub-15, Sub-17 e Sub-20 e suas respectivas posições. *Revista Brasileira de Futebol (The Brazilian Journal of Soccer Science)*, 2014, 6.1: 45-53.

HODGES, P. W., MOSELEY, G. Lorimer. Pain and motor control of the lumbopelvic region: effect and possible mechanisms. *Journal of Electromyography and kinesiology*, 2003, 13.4: 361-370.

HODGES, S. J., et al. Effects of fatigue on bilateral ground reaction force asymmetries during the squat exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2011, 25.11: 3107-3117.

HOFF, J., et al. Soccer specific aerobic endurance training. *British journal of sports medicine*, 2002, 36.3: 218-221.

HOFF, J. Training and testing physical capacities for elite soccer players. *Journal of sports sciences*, 2005, 23.6: 573-582.

HOLDEN, S. B., DELAHUNT, E. Sex differences in landing biomechanics and postural stability during adolescence: a systematic review with meta-analyses. *Sports medicine*, 2016, 46.2: 241-253.

HOLMES, R., ALDERINK, J. Isokinetic strength characteristics of the quadriceps femoris and hamstring muscles in high school students. *Physical therapy*, 1984, 64.6: 914-918.

HOLT, N. L., SPARKES, C. An ethnographic study of cohesiveness in a college soccer team over a season. *The sport psychologist*, 2001, 15.3: 237-259.

HOMAN, J., et al. The influence of hip strength on gluteal activity and lower extremity kinematics. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2013, 23.2: 411-415.

IGA, J., et al. Cross-sectional investigation of indices of isokinetic leg strength in youth soccer players and untrained individuals. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 2009, 19.5: 714-719.

IŽOVSKÁ, J. *Evaulácia a stanovenie noriem konvenčného pomeru extenzorov a flexorov kolena u športujúcej mládeže*. Praha, 2019. Dizertační práce. Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Laboratoř sportovní motoriky. Vedoucí práce Zahálka, František.

JONES, A., MCMAHON, J., GRAHAM-SMITH, P. Isokinetic strength profile of female soccer players: between limb comparisons. *ISBS Proceedings Archive*, 2020, 38.1: 112.

KADLEC, M. *Reliabilita měření izokinetické síly*. 2011. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Laboratoř sportovní motoriky. Vedoucí práce Strejcová, Barbora.

KELLIS, E., KATIS, A. Biomechanical characteristics and determinants of instep soccer kick. *Journal of sports science & medicine*, 2007, 6.2: 154.

KOSTERINA, N., et al. Muscular force production after concentric contraction. *Journal of biomechanics*, 2008, 41.11: 2422-2429.

KRUSTRUP, P., et al. Game-induced fatigue patterns in elite female soccer. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2010, 24.2: 437-441.

LEHANCE, C., et al. Muscular strength, functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 2009, 19.2: 243-251.

MAGALHÃES, J., et al. Isokinetic strength assessment in athletes of different sports, ages, gender and positional roles. *Rev Port Cienc Desporto*, 2001, 1.2: 13-21.

MAGALHAES, J., et al. Concentric quadriceps and hamstrings isokinetic strength in volleyball and soccer players. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 2004, 44: 119-125.

MALÝ, T., et al. Isokinetic strength of knee flexors and extensors in very young soccer players. *British journal of sports medicine*, 2013, 47.10: e3-e3.

MALÝ, T., et al. Morphological and isokinetic strength differences: bilateral and ipsilateral variation by different sport activity. *Open Medicine*, 2019, 14.1: 207-216.

MALÝ, T., ZAHÁLKA, F., MALÁ, L. Unilateral and Ipsilateral Strength Asymmetries in Elite Youth Soccer Players With Respect to Muscle Group and Limb Dominance. *International Journal of Morphology*, 2016, 34.4.

MARKOU, S., VAGENAS, G. Multivariate isokinetic asymmetry of the knee and shoulder in elite volleyball players. *European Journal of Sport Science*, 2006, 6.01: 71-80.

MASUDA, K., et al. Relationship between muscle strength in various isokinetic movements and kick performance among soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2005, 45.1: 44.

MCINTYRE, M. C. A comparison of the physiological profiles of elite Gaelic footballers, hurdlers, and soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 2005, 39.7: 437-439.

MĚKOTA, K., NOVOSAD, J. *Motorické schopnosti*. Univerzita Palackého, 2005. 175 s. ISBN 80-244-0981-20.

MOHR, M., et al. Match activities of elite women soccer players at different performance levels. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2008, 22.2: 341-349.

MOHR, M., KRUSTRUP, P., BANGSBO, J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of sports sciences*, 2003, 21.7: 519-528.

MORAVEC, R., et al. *Teória a didaktika výkonnostného a vrcholového športu*. Bratislava: Fakulta telesnej výchovy a športu UK, 2007. 240s. ISBN 9788089075317.

ÖSTENBERG, A., et al. Isokinetic knee extensor strength and functional performance in healthy female soccer players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 1998, 8.5: 257-264.

PADULO, J., et al. Concentric and eccentric: muscle contraction or exercise?. *Journal of human kinetics*, 2013, 37: 5.

PETERSON, L., et al. Incidence of football injuries and complaints in different age groups and skill-level groups. *The American journal of sports medicine*, 2000, 28.5_suppl: 51-57.

PLACHETA, Z., et al. *Praktická cvičení z klinické fyziologie*. Brno: Masarykova Univerzita v Brně, 2005. 57 s. ISBN 80-210-36-20-6.

PSOTTA, R. *Fotbal-kondiční trénink*. Grada Publishing a.s., 2006. 213 s. ISBN 8024708213

RAHNAMA, N., LEES, A., BAMBACICHI, E. A comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in English soccer players. *Ergonomics*, 2005, 48.11-14: 1568-1575.

RAMPININI, E., et al. Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: Effect of fatigue and competitive level. *Journal of science and medicine in sport*, 2009, 12.1: 227-233.

REILLY, T., BANGSBO, J., FRANKS, A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of sports sciences*, 2000, 18.9: 669-683.

REILLY, T. Physiological profile of the player. *Football (soccer)*, 1994, 371-425.

ROMERO-FRANCO, N., et al. Effects of proprioceptive training program on core stability and center of gravity control in sprinters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2012, 26.8: 2071-2077.

RUAS, C. V., et al. Lower-extremity strength ratios of professional soccer players according to field position. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2015, 29.5: 1220-1226.

SINACORE, J. A., et al. Diagnostic accuracy of handheld dynamometry and 1-repetition-maximum tests for identifying meaningful quadriceps strength asymmetries. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 2017, 47.2: 97-107.

SEDLÁČEK, J., LEDNICKÝ, A. *Kondičná atletická príprava. Vybrané kapitoly*. Bratislava: Slovenská vedecká spoločnosť pre TV a šport, 2010. 167 s. ISBN 978-80-89075-34-8.

SEKIR, U., et al. Effect of isokinetic training on strength, functionality and proprioception in athletes with functional ankle instability. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 2007, 15.5: 654-664.

SILVA, C., et al. Bilateral asymmetry of knee and ankle isokinetic torque in soccer players u20 category. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 2015, 17.2: 195-204.

ŚLIWOWSKI, R., et al. The isokinetic strength profile of elite soccer players according to playing position. *PLoS One*, 2017, 12.7: e0182177.

SÖDERMAN, K., et al. Risk factors for leg injuries in female soccer players: a prospective investigation during one out-door season. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2001, 9.5: 313-321.

SPENCER–WIMPENNY, P. *Isokinetics explained*. Athene Services Ltd, 2010.

STØLEN, T., et al. Physiology of soccer. *Sports medicine*, 2005, 35.6: 501-536.

TIERNEY, R. T., et al. Gender differences in head-neck segment dynamic stabilization during head acceleration. *Medicine and science in sports and exercise*, 2005, 37.2: 272-279.

TORGLER, B., SCHMIDT, S. L. What shapes player performance in soccer? Empirical findings from a panel analysis. *Applied Economics*, 2007, 39.18: 2355-2369.

TOURNY-CHOLLET, C., et al. Isokinetic knee muscle strength of soccer players according to their position. *Isokinetics and exercise science*, 2000, 8.4: 187-193.

TSEPIŠ, E., et al. Thigh muscle weakness in ACL-deficient knees persists without structured rehabilitation. *Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007)*, 2006, 450: 211-218.

VARGAS, V., et al. Knee isokinetic muscle strength and balance ratio in female soccer players of different age groups: a cross-sectional study. *The Physician and Sportsmedicine*, 2020, 48.1: 105-109.

VOTÍK, J. *Trenér fotbalu" B" UEFA licence. Vyd. 2. Praha: Olympia, 2005. 112 s. ISBN 80-7033-921-7.*

WALDÉN, M., et al. Anterior cruciate ligament injury in elite football: a prospective three-cohort study. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 2011, 19.1: 11-19.

WATKINS, J. *Fundamental biomechanics of sport and exercise*. Routledge, 2014.

WEBB, R. C. Smooth muscle contraction and relaxation. *Advances in physiology education*, 2003, 27.4: 201-206.

WEBER, F. S., et al. Isokinetic assessment in professional soccer players and performance comparison according to their different positions in the field. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 2010, 16.4: 264-268.

WIESE-BJORNSTAL, D. M., LAVOI, N. M., OMLI, J. development and sport participation. *Handbook of sports Medicine and science: Sport Psychology*, 2009, 97.

ZAKAS, A. Bilateral isokinetic peak torque of quadriceps and hamstring muscles in professional soccer players with dominance on one or both two sides. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2006, 46.1: 28.

9. Seznam obrázků a tabulek

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Struktura sportovního výkonu (Grosser a Zintl, 1994).....	12
Obrázek 2 - Faktory ovlivňující sportovní výkon (Baláž a Korček, 2005)	14
Obrázek 3 - Faktory ovlivňující individuální herní výkon (Fajfer, 2005)	15
Obrázek 4 - Determinanty ovlivňující týmový herní výkon (Fajfer, 2005).....	16
Obrázek 5 - Hierarchické uspořádání motorických schopností (Měkota a Novosad, 2005).....	18
Obrázek 6 - Testování pomocí izokinetického dynamometru (Kadlec, 2011).....	21
Obrázek 7 - Bilaterální poměr Q:Q ($60^\circ \cdot s^{-1}$).....	32
Obrázek 8 - Bilaterální poměr Q:Q ($180^\circ \cdot s^{-1}$).....	33
Obrázek 9 - Bilaterální poměr Q:Q ($300^\circ \cdot s^{-1}$).....	34
Obrázek 10 - Bilaterální poměr H:H ($60^\circ \cdot s^{-1}$).....	35
Obrázek 11 - Bilaterální poměr H:H ($180^\circ \cdot s^{-1}$).....	36
Obrázek 12 - Bilaterální poměr H:H ($300^\circ \cdot s^{-1}$).....	37
Obrázek 13 - Bilaterální poměr Q:Q (všechny rychlosti).....	38
Obrázek 14 - Bilaterální poměr H:H (všechny rychlosti).....	38
Obrázek 15 - Unilaterální poměr H:Q dominantní končetiny ($60^\circ \cdot s^{-1}$)	39
Obrázek 16 - Unilaterální poměr H:Q dominantní končetiny ($180^\circ \cdot s^{-1}$)	40
Obrázek 17 - Unilaterální poměr H:Q dominantní končetiny ($300^\circ \cdot s^{-1}$)	41
Obrázek 18 - Unilaterální poměr H:Q nedominantní končetiny ($60^\circ \cdot s^{-1}$).....	42
Obrázek 19 - Unilaterální poměr H:Q nedominantní končetiny ($180^\circ \cdot s^{-1}$).....	43
Obrázek 20 - Unilaterální poměr H:Q nedominantní končetiny ($300^\circ \cdot s^{-1}$).....	44

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Genetické předpoklady pro pohybové schopnosti.....	18
Tabulka 2 - Statistická a věcná významnost poměru Q:Q ($60^\circ \cdot s^{-1}$).....	32
Tabulka 3 - Statistická a věcná významnost poměru Q:Q ($180^\circ \cdot s^{-1}$).....	33
Tabulka 4 - Statistická a věcná významnost poměru Q:Q ($300^\circ \cdot s^{-1}$).....	34
Tabulka 5 - Statistická a věcná významnost poměru H:H ($60^\circ \cdot s^{-1}$).....	35
Tabulka 6 - Statistická a věcná významnost poměru H:H ($180^\circ \cdot s^{-1}$).....	36
Tabulka 7 - Statistická a věcná významnost poměru H:H ($300^\circ \cdot s^{-1}$).....	37
Tabulka 8 - Statistická a věcná významnost poměru H:Q dominantní DK ($60^\circ \cdot s^{-1}$)....	39
Tabulka 9 - Statistická a věcná významnost poměru H:Q dominantní DK ($180^\circ \cdot s^{-1}$)..	40
Tabulka 10 - Statistická a věcná významnost poměru H:Q dominantní DK ($300^\circ \cdot s^{-1}$)	41
Tabulka 11 - Statistická a věcná významnost poměru H:Q nedominantní DK ($60^\circ \cdot s^{-1}$)	42
Tabulka 12 - Statistická a věcná významnost poměru H:Q nedominantní DK ($180^\circ \cdot s^{-1}$)	43
Tabulka 13 - Statistická a věcná významnost poměru H:Q nedominantní DK ($300^\circ \cdot s^{-1}$)	44

Příloha 1 – Souhlas etické komise

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: Isokinetická síla a svalové dysbalance jako determinanty tělesné zdatnosti ovlivňující kvalitu života mladých lidí

Forma projektu: výzkum GAČR

Období realizace: prosinec 2016 - prosinec 2019

Předkladatel: PaedDr. Tomáš MALÝ, PhD.

Hlavní řešitel: PaedDr. Tomáš MALÝ, PhD.

Spoluřešitel(é): Doc.MUDr. Jan Heller, CSc., Doc. Ing. František Zahálka, PaedDr. Lucie Malá, PhD., PhD., PhDr. Pavel Hráský, PhD., PhDr. Klára Coufalová, PhD., MUDr. Jaroslava Schwabová, PhD., Mgr. Tomáš Gryc, PhD., Mgr. David Bujnovský, Mgr. Míkuláš Hank, Mgr. Jana Ižovská, Mgr. Michal Dragijský

Název grantu: Isokinetická síla a svalové dysbalance jako determinanty tělesné zdatnosti ovlivňující kvalitu života mladých lidí, GA ČR, č. 16-217915

Popis projektu: Výzkum je zaměřen na zjištění nových poznatků o maladaptivních efektech (ME) u dětí a mládeže. Technologická společnost a aktuální trendy životního stylu ovlivňují komponenty tělesné zdatnosti mládeže ve formě maladaptivních a maladjustivních projevů. Unilaterální preference končetiny (fotbal, skateboard, golf, hokej) bez dostatečné resp. žádné kompenzace může již v dětském věku způsobit morfologické, fyziologické i strukturální změny organismu ve vývoji. Výzkumný soubor bude n = 700 ve věku = 10-18 let. Maladaptivní procesy (závislá proměnná) budou zjišťovány v komponentech tělesné zdatnosti: tělesné složení, svalová síla končetin, posturální stabilita. Závislé proměnné budou následně komparované (MANOVA analýza) ve vztahu k nezávislé proměnné (věk, pohlaví, druh pohybové aktivity). Pomocí diskriminační analýzy bude ověřena prediktibilita ME u vybrané populace. Možnosti objektivizace, diskriminace a predikce ME má za cíl zvýšit úroveň zdraví, kvalitu života a snížit náklady na zdravotní péči ve vývoji dětí a mládeže. (Detailní popis projektu je uveden v příloze.)
Zajištění bezpečnosti pro posouzení odborníky: Jedná se o neinvazivní metody pro zjišťování vědeckých dat
Etické aspekty výzkumu: Všechna data budou anonymizovaná a publikována v odborných časopisech a prezentována na konferencích. Rekrutace probandů bude záměrná (design výzkumu) a u nezletilých osob bude pořízen informovaný souhlas zákonného zástupce. Etické aspekty budou dodržovány v kontextu Helsinské deklarace.
Informovaný souhlas: přiložen

Povinností 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 být v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně. Potvrzují, 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: 7.12.2016

Podpis předkladatele:

Vyjádření Etické komise UK FTVS

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

Členové: prof. PhDr. Pavel Šlepička, 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: 191/2016

dne: 8.12.2016

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

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

- 20 -

razítko UK FTVS

podpis předsedkyně EK UK FTVS