

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Analýza pohybu horní končetiny při útočném úderu u
závodních hráček badmintonu**

*Analysis of the movement of upper extremity during offensive
stroke in female badminton players*

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Monika Šorfová, PhD.

Vypracovala: Bc. Lucie Prausová

Praha, 2020

Autor práce: Bc. Lucie Prausová

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Magisterský studijní obor: Fyzioterapie

Vedoucí práce: doc. Ing. Monika Šorfová, PhD.

Pracoviště vedoucího práce: Ústav anatomie a biomechaniky FTVS

Předpokládaný rok obhajoby: 2020

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

V Praze, dne

.....

Lucie Prausová

Evidenční list

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

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Chtěla bych poděkovat především vedoucí své diplomové práce doc. Ing. Monice Šorfové, PhD. za podporu a pomoc při zpracování práce a za její cenné rady. Dále chci poděkovat hráčkám badmintonu za jejich ochotu zúčastnit se výzkumu bez nároků na odměnu, a také jim chci poděkovat za trpělivost při měření, které jsme museli někdy opakovat i vícekrát.

Abstrakt

Název: Analýza pohybu horní končetiny při útočném úderu u závodních hráček badmintonu

Cíle: Cílem mé diplomové práce je provést analýzu pohybu horní končetiny při útočném úderu v badmintonu a poukázat na možné rizikové faktory pro vznik úrazů a problémů z přetížení měkkých tkání v oblasti horní končetiny.

Metody: Teoretická část se zabývá anatomickým a kineziologickým popisem horních končetin. Dále je popsán badminton z hlediska pohybu po kurtu a z hlediska horních úderů a pohybu hrající horní končetiny. Praktická část se věnuje měřením rotací v ramenním kloubu obou horních končetin a analýzou pohybu horní končetiny při útočném úderu v badmintonu. Zkoumají se rozsahy pohybu, úhlové rychlosti a úhlové zrychlení v kloubech dominantní horní končetiny. K nahrávání pohybu byl použit přístroj XSens MVN.

Výsledky: Výsledky ukázaly, že u závodních hráček badmintonu dochází k omezení vnitřní rotace v ramenním kloubu na dominantní horní končetině při vyšetření aktivního pohybu. Při odehrání útočného úderu se hráčky dostávají do krajní vnitřní rotace v ramenním kloubu. Dále se zjistilo, že rizikovým pohybem při útočném úderu je extenze v loketním kloubu, při které může dojít až k hyperextenzi u hypermobilních jedinců.

Klíčová slova: badminton, kinematická analýza, horní končetina, smeč

Abstract

Title: Analysis of the motion of dominant upper extremity during offensive stroke in badminton performed by elite female players

Objectives: Objective of my master thesis is to analyse movement of a dominant upper extremity during offensive stroke in badminton and to point out possible risk factors for injuries and soft tissue overload problems in the region of the upper limb.

Methods: The theoretical part deals with anatomical and kinesiological description of upper extremities. Then there is a description of the motion on the court and upper strokes in badminton and movements of upper extremity during the strokes. The practical part deals with measuring of rotations in shoulder joints and with analysis of motion of upper extremity during offensive stroke in badminton. It is focused on measuring the range of motion, angular velocity and angular acceleration in joints of dominant upper extremity. The Xsens MVN was used to record motion.

Results: The results showed that the internal rotation in the shoulder joint on the dominant upper limb during active movement examination is reduced in elite female badminton players. When an offensive strike is played, the players come to the extreme inner rotation in the shoulder joint. Next we found out that the risky movement during the offensive stroke is elbow extension, which can lead to hyperextension in hypermobile individuals.

Keywords: badminton, kinematic analysis, upper extremity, smashing

Obsah

ÚVOD.....	3
Teoretická část:	
1 BADMINTON.....	5
1.1 VYBAVENÍ A PRAVIDLA BADMINTONU.....	5
1.1.1 Dvorec (kurt).....	6
1.1.2 Míček.....	7
1.1.3 Raketa.....	7
1.1.4 Počítání zápasu.....	7
1.2 HISTORIE BADMINTONU.....	7
1.3 HISTORIE BADMINTONU V ČESKÉ REPUBLICE.....	8
1.4 ZÁKLADNÍ POHYB PO KURTU.....	9
1.4.1 Pohyb k zadní čáře kurtu.....	10
1.5 POPIS ÚDERŮ V BADMINTONU.....	10
1.5.1 Badmintonová smeč.....	11
1.5.1.1 Provedení úderu smeč.....	12
1.5.1.2 Zapojení jednotlivých svalů při zahrání úderu smeč.....	13
1.6 NEJČASTĚJŠÍ ÚRAZY V BADMINTONU.....	15
1.6.1 Úrazy ramenního kloubu v badmintonu.....	15
2 KINEZIOLOGIE HORNÍ KONČETINY.....	18
2.1 PLETENEC RAMENNÍ.....	18
2.2 OBLAST LOKTE.....	20
2.3 OBLAST ZÁPĚSTÍ A RUKY.....	20
3 KINEMATICKÁ ANALÝZA POHYBU.....	22
3.1 VYTVOŘENÍ MODELU LIDSKÉHO TĚLA.....	23
3.2 KALIBRACE.....	24
3.3 ANALÝZA POHYBU U RAKETOVÝCH SPORTŮ.....	24

Praktická část:

4 CÍLE A ÚKOLY PRÁCE, HYPOTÉZY.....	27
4.1 CÍLE PRAKTICKÉ ČÁSTI DIPLOMOVÉ PRÁCE.....	27
4.2 HYPOTÉZY.....	27
4.3 ÚKOLY PRÁCE.....	27
5 METODIKA PRÁCE.....	28
5.1 CHARAKTERISTIKA SOUBORU.....	28
5.2 SBĚR DAT.....	28
5.3 ANALÝZA DAT.....	31
6 VÝSLEDKY.....	32
6.1 PROBAND Č. 1	32
6.2 PROBAND Č. 2	33
6.3 PROBAND Č. 3	35
6.4 PROBAND Č. 4	36
6.5 PROBAND Č. 5	38
6.6 PROBAND Č. 6	39
6.7 PROBAND Č. 7	41
6.8 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ.....	43
6.9 DALŠÍ NAMĚŘENÉ HODNOTY A JEJICH STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ.....	47
7 DISKUZE	50
8 ZÁVĚR.....	56
9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	58
10 SEZNAM OBRÁZKŮ.....	62
11 SEZNAM TABULEK.....	63
12 PŘÍLOHY.....	66

Úvod

Badminton je nejrychlejší raketový sport na světě. Je při něm tedy kladen důraz především na rychlou reakci a start za míčem. Jedná se o sport, při kterém je vytvářena jednostranná zátěž, což sebou nese řadu specifických rizik. Nejvíce se to odráží na bolesti a poruše funkce ramenního kloubu, předloktí a zápěstí hrající ruky, dále na bolesti zad (nejčastěji v oblasti krční a bederní páteře), a také na častých úrazech kolenních a hlezenních kloubů.

Cílem mojí praktické části práce je provést analýzu pohybu dominantní horní končetiny při odehrání útočného úderu tj. při smeči. Měření bude provedeno pomocí přístroje X-sens na badmintonovém kurtu. Biomechanická analýza nám umožňuje lépe objektivizovat činnosti, jejichž provedení je poměrně rychlé na to, aby mohlo být hodnoceno pouze subjektivním pozorováním. Do biomechanické analýzy můžeme zařadit analýzu kinematickou. Při kinematické analýze hodnotíme jednotlivé polohy různých částí těla pomocí přístrojů. Její základní parametry jsou úhel a dráha. Naopak u dynamické analýzy se může hodnotit navíc například velikost síly při dopadu apod. Díky spojením s daty kinematickými tvoří dohromady mechanickou analýzu hodnotící vybraný pohyb.

Cílem mé praktické části práce je zhodnotit rizikové faktory pro dominantní (hrající) horní končetinu při útočném úderu (smeči), při které se vyvíjí největší výbušná síla paže a jedná se o nejrychlejší úder v badmintonu.

Zpracování výsledků měření je zaměřené především na oblast ramenního a loketního kloubu, protože tyto dva segmenty jsou při útočném úderu nejvíce zatíženy. V kapitole *Výsledky* porovnávám maximální hodnoty velikosti rotací v ramenním kloubu při útočném úderu a klinicky změřeným aktivním pohybem. Vybrala jsem měření rotací, jelikož v ostatních rovinách pohybu se hráčky nedostávají do krajních pozic. Dále porovnávám zda se hráčky při útočném úderu dostávají do plné extenze v loketním kloubu. Kapitola *Výsledky* je dále doplněná o porovnání úhlové rychlosti a zrychlení vzhledem k maximálním rotacím v ramenním kloubu a k maximální extenzi v loketním kloubu.

Toto téma diplomové práce jsem zvolila, protože k badmintonu mám velmi blízko. Hraji ho už 13 let a dříve jsem hrála i na závodní úrovni. Chtěla bych touto prací přispět ke zlepšení informovanosti hráčů, trenérů a fyzioterapeutů z hlediska prevence

úrazů a problémů s pohybovým aparátem opakovanou nadměrnou zátěží dominantní (hrající) horní končetiny. Z vlastní zkušenosti vím, že hráči nejsou dostatečně vedeni ke cvičení kompenzačních cvičení, a také nemají dostatečný čas na regeneraci a rekonvalescenci po úrazu.

1. Badminton

Badminton je sportovní hra, kterou lze provádět rekreační i závodní formou. Pro rekreační hru není vybavení tolik nákladné a lze jí provozovat od dětství až do poměrně pokročilého věku.

Závodní badminton patří do skupiny cvičení střídavé intenzity s rychlou reakční schopností a klade důraz na dlouhodobé soustředění pozornosti. Při současné úrovni hry je důležitý rozvoj základních pohybových dovedností, jako je rychlost, síla, vytrvalost i obratnost. Badminton také ovlivňuje rychlostní vytrvalost, rozvoj síly (především dolních končetin) a výbušné síly hrající paže. Dále působí na rozvoj rychlostní vytrvalosti a kloubní pohyblivosti (Beneš, 1986a).

Hráč závodního badmintonu, musí ovládat maximální souhru všech důležitých částí těla. Hlava má úlohu předvídat, co zahraje soupeř, dále musí neustále myslet a vyhodnocovat to, co se odehrává na kurtu a vymýšlí nejvhodnější odpověď, která povede k vítěznému zakončení dané výměny (Mendrek, 2003). Další funkcí je zahájení pohybu. Z fyziologie víme, že cílený pohyb je vždy zahájen pohybem očí, následovaných pohybem hlavy (otočením hlavy ve směru pohybu), a poté pohybem celého těla (Véle, 2006).

Technická stránka provedení úderu závisí na ruce a jejím citu pro úchop rakety, který vede k přesnému odehrání míče. Nohy rozhodují o rychlosti a vytrvalosti pohybu po kurtu. Je na ně kladen velký důraz při změnách směru a typu pohybu. Musejí rychle přecházet z výpadů, výskoků, běhu k míči a zpět do střehového postavení. Důležité je rychlé, včasné a plynulé provedení pohybu.

Ve srovnání s podobnými sporty je pro badminton typický zbrzdňující let míčku, který může dosahovat u špičkových hráčů rychlosti kolem 300 kilometrů za hodinu (Mendrek, 2003). Nejnovější rekord byl naměřen na 493 km/h a drží ho Tan Boon Heong od roku 2013 (Anonymous, 2013).

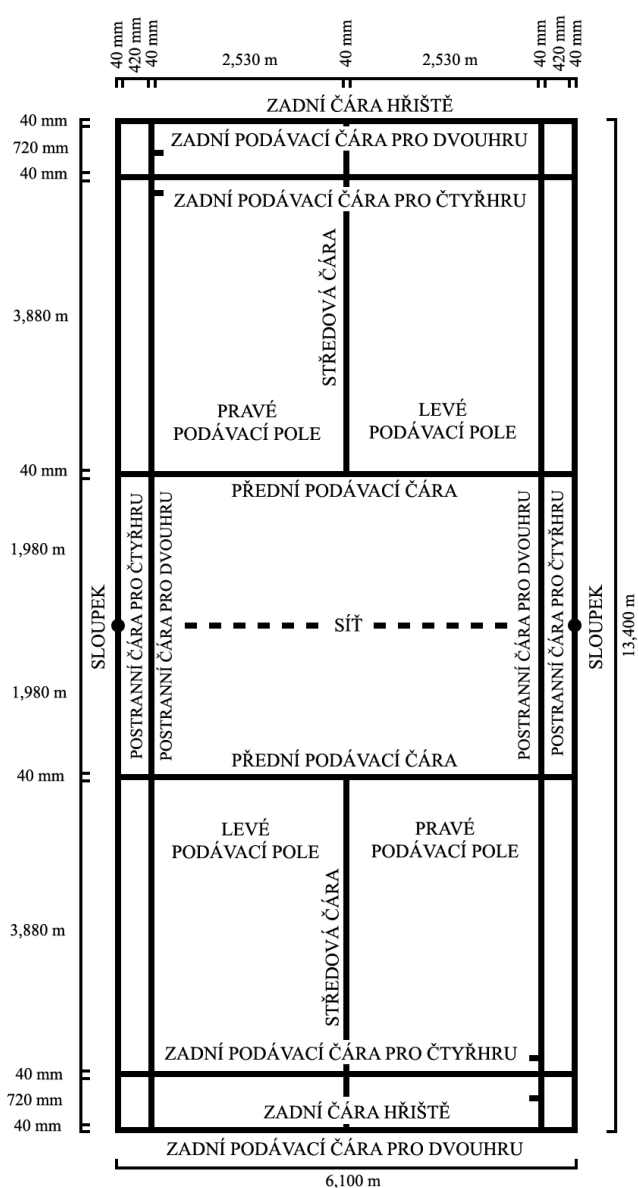
1.1 Vybavení a pravidla badmintonu

V badmintonu se hraje pět disciplín: dvouhra mužů a žen, čtyřhra mužů a žen a smíšená čtyřhra. Každá z disciplín zahrnuje specifickou přípravu, co se týče techniky, postřehu a fyzické připravenosti (Laffaye & Phomsoupha, 2014).

1.1.1. Dvorec (kurt)

Dvorec, nebo-li kurt, na kterém se hraje závodní badminton musí splňovat tyto vybraná kritéria (viz. Obrázek č.1):

- je vyznačen čarami, které jsou čtyřicet milimetrů široké a musí být snadno rozeznatelné od podkladové barvy (nejlépe bílé nebo žluté)
- rozměry dvorce jsou pevně dány a jsou znázorněny na obrázku č.1
- sloupky, které drží síť musí být 1,55 metrů vysoké a musí zůstat kolmé při napnutí sítě, která musí být po celé délce ve stejné výšce
- samotná síť musí být 760 milimetrů vysoká a 6,1 metrů široká



Obrázek č.1 Schéma badmintonového kurtu (www.czechbadminton.cz/pravidla, 2019)

1.1.2. Míček

V závodním badmintonu se hraje s péřovými míčky, které se skládají z 16 husích per zasazených do základny, která je zhotovena z korku pokrytým tenkou vrstvou kůže. Pera jsou pevně spojena nití, nebo jiným vhodným materiálem. Míček musí mít hmotnost od 4,74 do 5,50 gramů.

1.1.3. Raketa

Raketa se skládá z rámu, který nesmí přesáhnout délku 680 milimetrů a šířku 230 milimetrů. Části rakety jsou: rukojeť (sloužící k uchopení rakety), výplet (k odbíjení míčku), hlava rakety (ohraničující vyplétanou plochu) a hřídelka (spojuje rukojeť a hlavu rakety).

1.1.4. Počítání zápasu

Zápas se hraje na dva vítězné sety ze tří. Vítězem setu se stává ta strana, která jako první dosáhla 21 bodů s výjimkou stavu zápasu 20:20, kdy vyhrává ta strana, která jako první dosáhne dvoubodového vedení. Za stavu 29:29, vyhrává strana, která získá 30.bod. Bod získává strana, která vyhrála výměnu. Strana vyhraje výměnu, jestliže se soupeřící strana dopustí chyby nebo míč přestane být ve hře, protože se dotknul povrchu hřiště v soupeřově dvorci. Strana, která vyhraje set, podává v následujícím setu jako první. V prvním setu se podání losuje. Strana, která vyhrála los, si může zvolit, zda chce podávat, či přijímat, a na které straně dvorce začne hru. Po skončení setu si hráči mění strany, a v případě, že se hraje třetí set se strany mění i při dosažení prvních 11 bodů (www.czechbadminton.cz, 2019).

1.2 Historie badmintonu

I když přesný původ badmintonu není zcela jasný, hry na podobném principu odehrávání „míčku“ byly známy v Číně, Japonsku, Indii, Siamu a Řecku již před více než 2000 let. Mezi lety 1856 až 1859 v Anglii, v „Badmintonovém domě“ (angl. Badminton House) na venkovském sídle vévody z Beaufortu, vznikla hra známá jako „battledore and shuttlecock“. Později se začala vyvíjet v moderní badminton a nabývat svou dnešní podobu. Podobná hra existovala v téže době v indické Pooně. V roce 1877 byla poprvé sepsána pravidla badmintonu. Cílem hry „battledore and shuttlecock“ hrané v „Domě badmintonu“ bylo udržet odbíjený míček co nejdéle ve vzduchu mezi dvěma nebo více lidmi. Dnes je tomu právě naopak. Cílem současné hry je ukončit výměnu co nejrychleji a získávat vítězné body na úkor svého soupeře.

V roce 1893 vznikla na Britských ostrovech Anglická badmintonová asociace (Badminton Association of England), aby odtud sport mezinárodně řídila. Následně v roce 1899 byl uspořádán první ročník dodnes nejprestižnějšího světového turnje All England Championship, který je mezi badmintonisty považován jako Wimbledon mezi tenisty.

Mezinárodní badmintonová federace (IBF) byla založena v roce 1934 devíti zakládajícími členy: badmintonovými asociacemi Kanady, Dánska, Anglie, Francie, Irsko, Nizozemska, Nového Zélandu, Skotska a Walesu. V roce 2006 IBF změnila svůj název na Světovou badmintonovou federaci (BWF). BWF je světovým řídicím orgánem badmintonu a je oficiálně uznávána Mezinárodním olympijským výborem (MOV).

Od roku 1992 je badminton součástí letních olympijských her. V badmintonu se hraje celkem o 15 olympijských medailí – zlato, stříbro a bronz v každé z pěti disciplín: dvouhra mužů, dvouhra žen, čtyřhra mužů, čtyřhra žen a smíšená čtyřhra. Na Olympijských hrách soutěží badmintonisté ze všech kontinentů. Od roku 1992 vybojovali na Olympijských hrách medaile hráči z Číny, Koreje, Indonésie, Malajsie, Dánska, Velké Británie, Nizozemska, Indie, Ruska a Japonska (Woodward, 2016) (Mendrek, 2003).

1.3 Historie badmintonu v České Republice

Počátek historie závodního badmintonu v Čechách se datuje od roku 1957, kdy vznikly v Praze první badmintonové oddíly: TJ Spojie Praha a klub na Vysoké škole železniční. V lednu 1958 se konal v hale Spojů Praha na Žižkově první oficiální turnaj. Rozvoji badmintonu u nás pomohla i návštěva dvou reprezentantů z Indonésie, kteří v Praze začali studovat. Díky nim se čeští hráči mohli seznámit se špičkovým provedením badmintonu. „Otcem československého badmintonu“ se stal Josef R. Beneš, který jako první přeložil pravidla do češtiny. V roce 1967 se stalo Československo jedním ze zakládajících členů Evropské badmintonové unie (EBU) a je i členem Světové badmintonové federace (BWF) (Mendrek, 2003).

V současné době je hlavním správním orgánem badmintonu u nás Český Badmintonový svaz. Celý svaz sdružuje přes 3180 aktivních registrovaných hráčů (Mendrek, 2007).

1.4 Základní pohyb po kurtu

Pohyby vyskytující se v badmintonu jsou velmi pestré. Vyskytují se zde pohyby příbuzné pohybům lehkotletickým, pomocí nichž se hráč pohybuje po kurtu a dále jsou to pohyby zcela specifické, které jsou nutné pro ovládání rakety a míčku. Obecně jde o pohyby složené z postupného a otáčivého pohybu těla nebo pouze jeho částí. Střídají se zde pohyby velmi jemné (například při nízkém podání ve čtyřhře, nebo při krátkém úderu na síti) a pohyby, kde dochází k soustředění úsilí do mohutného „výbuchu“ svalové práce (při smeči). Vzhledem k rychlosti hry a neustále se měnící herní situaci, je potřeba tyto pohyby nestále dynamicky střídát podle potřeby. Základní mechanismus pohybu se musí neustále měnit a v detailech svalové práce přetvářet, což je možné na základě dynamického systému činnosti centrální nervové soustavy (Beneš, 1986a).

Stěžejním krokem pro následné provedení úderu je tzv. práce nohou. Pohyb po kurtu musí být rychlý a ekonomický. Hlavním cílem hráče je dostat se k míčku včas a po odehrání zaujmout, co nejvýhodnější výchozí pozici pro následný pohyb k dalšímu úderu. Pohyb tedy můžeme rozdělit do 4 fází:

1. Start ze středového výchozího postavení.
2. Co nejrychlejší pohyb k míčku.
3. Výpad (poslední krok) a odehrání míčku.
4. Návrat zpět do středového postavení a připravení se na následující pohyb a úder (Mendrek, 2003).

Pohybový projev můžeme vidět buď v celku jako určitý způsob provedení činnosti, nebo jej můžeme dělit na jednotlivé části, složky či prvky. V badmintonu můžeme popsat typické druhy pohybu: *Hráčský střeh* je prováděn na místě a hráč ho zaujímá pro start potřebným směrem. *Start* začíná přepadáváním trupu do žádoucího směru, čímž se vychýlí těžiště těla a ztracená rovnováha se zachytí pohybem švihové nohy a tlakem nohy odrazové. *Běh*, který má odlišný charakter od běhu lehkotletickým způsobem, protože hráč musí v krátkém čase překonat krátkou vzdálenost všemi směry. Běh je zakončen *zastavováním se*, což je prudký nárazový pohyb. Pro *přemístění* z jednoho místa na druhé je důležitý *odraz* a zrychlení pohybu těžiště. Dále *doskok*, kterým se hráč připravuje k další činnosti a měl by u toho mít vzpřímený trup a napnuté zádové svalstvo. Dále můžeme popsat *úder*, *náraz*, *tlumení úderu*, a také *odpor* mezi povrchy materiálů (tj. raketa, míček, bota, povrch) (Beneš, 1986b).

1.4.1. Pohyb k zadní čáře kurtu

Pohyb k zadní čáře kurtu je využíván pro odehrání různých úderů, jako je klír, drop a smeč. K provedení těchto úderů je využívána různá forma provedení pohybu, která je závislá na tom, zda je hráč pod tlakem, nebo má k odehrání více času.

Nejčastější formou pohybu z forhandové strany kurtu je tzv. přeskok nazad. Používá se pro zahrání klíru, dropu i smeče v případech, kdy je hráč schopen být u míče včas a dostat se za něj. Tento základní způsob je proveden ve čtyřech krocích: Začíná správným postavením, kdy je levý bok vytočen k síti a váha se přenesla na pravou nohu. Dále dochází k odrazu z pravé nohy a k rotaci těla ve vzduchu a přeskoku na levou nohu. Ve třetí fázi dochází k výraznému kroku pravou nohou dopředu a v poslední fázi dojde k přitažení levé nohy k pravé.

Další možností pohybu do zadního forhandového rohu je hra z výpadu, kdy je míček zasažen vedle nebo za tělem a to v případě, že je hráč pod tlakem a nemá dostatek času dostat se za míč. Celý pohyb tedy vypadá tak, že hráč běží pozpátku k zadní části kurtu a zakončuje pohyb hlubokým výpadem, kdy špička směřuje k postranní čáře, nebo k zadnímu rohu kurtu. Velmi častým pohybem v dnešní době je také tzv. china jump. Jedná se o mohutný skok do forhandového rohu, během kterého je míček zahrán v nejvyšším bodě výskoku, a hráč poté dopadne buď na obě nohy naráz, nebo pouze na pravou nohu ve směru pohybu. Pohyb je zahájen natočením levého boku k síti a dvěma předcházejícími poskoky (cvalem) do zadního rohu (Mendrek, 2003).

1.5 Popis úderů v badmintonu

Úderový pohyb, vycházející z biomechanických zásad, musí splňovat následující požadavky: Zaprvé, náprahový pohyb musí probíhat proti směru úderu a musí mít optimální délku (podle typu úderu). Zadruhé, mezi náprahem a úderem nesmí být přestávka, takže přechod k úderu musí být plynulý. Zatřetí, během úderu musí být pohyb rakety zrychlen na optimálně dlouhé a plynule zakřivené dráze.

V úderové technice platí, že hlava rakety má dosáhnout nejvyššího zrychlení bezprostředně před zásahem míčku. Aby k tomu došlo musí být při počátku vlastního pohybu vynaložena tzv. počáteční síla, které vede hrající horní končetinu do náprahového pohybu, ve kterém dochází k natažení svalů ovládající úderový pohyb a jsou tedy v předpětí pro vlastní kontrakci (Beneše, 1986a).

Údery v badmintonu lze rozdělit obecně na: údery zahrané z přední části kurtu, ze střední části kurtu a ze zadní části kurtu. Všechny níže zmíněné údery lze hrát buď po čáře (míč je odehrán a letí rovně, vodorovně s postranní čarou kurtu), nebo křížem (míč po odehrání letí šikmo k opačné čáře protilehlé části kurtu) a nebo lze hrát tzv. na tělo protihráče) do středu protilehlé části kurtu.

Mezi přední údery patří: Bekhendové a forhendové výhozy (net lifts), které mohou být obrannou nebo neutrální (přípravnou) volbou úderu. Dále bekhendové a forhendové kraťasy na síti (net shots), které mají spíše útočný charakter. A nakonec sem patří bekhendová a forhendová sklepnutí (net kills), která jsou jednoznačným útočným řešením a často dochází k vítěznému ukončení výměny. Existují i situace, kdy lze tyto údery zahrát i ze střední části kurtu, přesto se obecně zařazují do kategorie předních úderů.

Údery zahrané ze střední části kurtu jsou: Bekhendový a forhendový drajv, který může být útočnou i neutrální (přípravnou) variantou úderu. Jedná se o plochý úder ze střední části kurtu hráče zpravidla do střední části kurtu protihráče. Dále do této kategorie patří Bekhendový blok od těla, který se používá hlavně k odehrání smeče na tělo a slouží tedy hlavně k obraně, nebo při správném provedení i k protiútoky a letí zpravidla do přední části kurtu protihráče.

Mezi údery ze zadní části kurtu patří: Forhendové klíry, které mohou být útočnou, obrannou nebo neutrální (přípravnou) volbou úderu a letí ze zadní části kurtu do zadní části kurtu protihráče. Forhendové smeče, které jsou útočným řešením a letí většinou do střední části kurtu protihráče. Forhendové dropy, které mohou být útočnou, obrannou nebo neutrální (přípravnou) volbou a jsou zahrány do přední části kurtu protihráče. Bekhendové klíry, které jsou obranným řešením. Forhendové a bekhendové obranné dropy, které jsou neutrální (přípravnou) volbou úderu (Woodward, 2016).

1.5.1. Badmintonová smeč

Smeč patří k nejúčinnějším zbraním v badmintonu. Smečí lze dostat soupeře pod tlak, pokud je míč udeřen prudce a strmě dolů. Je to nejtvrďší úder v badmintonu a míč může při opuštění hlavy rakety dosáhnout rychlosti vyšší než 300 kilometrů za hodinu (rekord 493 kilometrů za hodinu).

Zatímco primárním cílem dropu (míč udeřený v zadní části kurtu padající těsně za síť) a klíru (dlouhý vysoký míč) je udržet míč ve hře, rozběhat soupeře a přesně umístěnými míči ho donutit vystoupit ze středového postavení, hlavním cílem smeče je ukončit výměnu.

Na druhé straně se tento razantní úder vyznačuje velkou energetickou a technickou náročností. Z čehož vyplývá, že hráč musí pečlivě zvážit, kdy a v jaké situaci tento dynamický úder využít, protože při neuváženém smečování z nepřipravené pozice může velice snadno nastat, že hráč zvolené tempo nevydrží a prohraje. Ve dvouhře předchází smeči často neuvážený nebo špatně umístěný soupeřův úder. Ve čtyřhře nabývá smeč zvláštního významu, neboť útok je absolutně v popředí. V tomto případě je důležitá souhra spoluhráčů, kdy jeden zasměčuje ze zadní části a druhý musí jít pokrývat přední část kurtu, kam jsou umístovány krátké obranné údery od protihráčů (Báša, 1998).

1.5.1.1. Provedení úderu smeč

Průběh pohybu při smeči odpovídá většinou klíru. Značný rozdíl je v tvrdosti úderu a bodu zásahu míče. Úder můžeme popsat rozdělením na základní části: příprava, nápřah, natažení, úderový švih a dotažení.

V *přípravné fázi* je raketa v základním držení a dochází k úkroku dozadu (k zatížení zadní nohy) a vytočení těla bokem k síti.

Nápřah má pro tvrdost následného úderu velký význam. To platí především pro natočení pravého ramene (u praváka). Optimálním zapojením těla, které je při smeči potřebné a je možné jen tehdy, pokud je pravá polovina těla správně postavena k míči, pokud je tomu naopak razance smeče není dostatečná. V této fázi dojde také k přetočení hrající paže do supinace v předloktí a k zevní rotaci v ramenním kloubu.

Při fázi *natažení* je rozdíl mezi dropem i klírem v tom, že při obou úderech lze špatně provedené natažení lehce kompenzovat. Dobrá smeč vyžaduje vysoké předpětí a optimální průběh pohybu. V této fázi dojde ke zvýšení supinace a rotace hrající horní končetiny.

Úderový švih při smeči probíhá podobně jako při klíru, avšak rychlost provedení je mnohem vyšší. Rovněž výbušnost pohybu je silně zvýrazněna. Hlava rakety dosahuje maximální rychlosti, která by při zahrání klíru stačila k tomu, aby míč dolétl za soupeřovu zadní čáru (do autu). Bod odehrání míče leží zpravidla před tělem a hlava

rakety zasahuje přilétající míč jakoby ze shora. Švihově dochází k pronaci předloktí a vnitřní rotaci a addukci v ramenním kloubu.

Poslední fází úderu je *dotažení*. Poněvadž smeč musí být zahrána s plnou silou a přirozeně nezbržděna, je fáze dotažení úderu výrazná. Vnitřní točivý pohyb předloktí, nadloktí i ramene pokračuje a úderová paže je zadržena diagonálně vlevo od těla (Báša, 1998) (Woodward, 2016).

1.5.1.2. Zapojení jednotlivých svalů při zahrání úderu smeč

Véle (2006) a Nedělová (2010) popisují zapojení jednotlivých svalů při pohybu:

Svaly vykonávající flexi v kolenním kloubu jsou m. biceps femoris, m. semitendinosus a m. semimembranosus.

Svaly vykonávající extenzi v kolenním kloubu jsou m. quadriceps femoris a m. tensor fasciae latae.

Svaly vykonávající vnitřní rotaci v kyčelním kloubu jsou m. gluteus medius, m. gluteus minimus a m. tensor fasciae latae.

Svaly vykonávající zevní rotaci v kyčelním kloubu jsou m. quadratus femoris, m. piriformis a m. gluteus maximus.

Svaly vykonávající abdukci v kyčelním kloubu jsou m. gluteus medius, m. gluteus minimus a m. tensor fasciae latae.

Svaly vykonávající flexi v kyčelním kloubu jsou m. iliopsoas, m. pectineus, m. rectus femoris a m. sartorius.

Svaly vykonávající extenzi v kyčelním kloubu jsou m. gluteus maximus, m. biceps femoris, m. semitendinosus a m. semimembranosus.

Svaly vykonávající rotaci páteře jsou m. obliquus externus abdominis, m. obliquus internus abdominis a hluboké zádové svaly.

Svaly vykonávající abdukci v ramenním kloubu jsou m. deltoideus, m. supraspinatus, m. trapezius a m. serratus anterior.

Svaly vykonávající vnitřní rotaci v ramenním kloubu jsou m. subscapularis, m. latissimus dorsi, m. teres major, m. pectoralis major, m. biceps brachii, m. serratus anterior (rotace lopatky) a m. pectoralis minor (rotace lopatky).

Svaly vykonávající zevní rotaci v ramenním kloubu jsou m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. teres minor, m. subscapularis, m. mm. rhomboidei (rotace lopatky) a m. trapezius (rotace lopatky).

Svaly vykonávající ventrální flexi v ramenním kloubu jsou m. pectoralis major, m. deltoideus pars clavicularis, m. coracobrachialis, m. trapezius a m. serratus anterior.

Svaly vykonávající flexi v loketním kloubu jsou m. biceps brachii, m. brachialis a m. brachioradialis.

Svaly vykonávající extenzi v loketním kloubu jsou m. triceps brachii a m. anconeus.

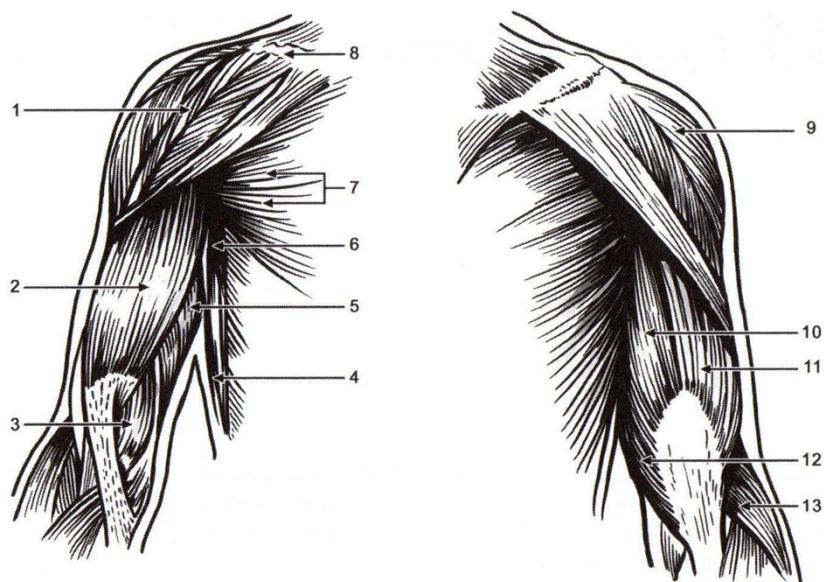
Svaly vykonávající pronaci předloktí jsou m. pronator teres a m. pronator quadratus.

Svaly vykonávající supinaci předloktí jsou m. biceps brachii, m. supinator a m. brachioradialis.

Svaly vykonávající flexi zápěstí jsou mm. flexores carpi, mm. flexores digitorum a m. palmaris longus.

Svaly vykonávající extenzi zápěstí jsou mm. extensores carpi, mm. extensores digitorum a mm. extensores pollicis.

(Véle, 2006) (Nedělová, 2010)



1 - m. deltoideus, 2 - m. biceps brachii, 3 - m. brachialis,
4 - m. latissimus dorsi, 5 - m. triceps brachii, 6 - m. coracobrachialis,
7 - m. pectoralis major, 8 - clavicula, 9 - m. deltoideus,
10 - m. triceps brachii (caput longum), 11 - m. triceps brachii (caput laterale),
12 - m. triceps brachii (caput mediale), 13 - m. brachioradialis,

Obrázek č.2: Svaly v oblasti pletence ramenního (Véle, 2006)

1.6 Nejčastější úrazy v badmintonu

Badminton je považován za jeden z nejbezpečnějších sportů. Předchozí studie, které zkoumaly risk zranění v badmintonu, určili incidenci na 1,6 až 2,9 úrazů za 1000 hodin hraní badmintonu (Jorgensen et kol., 1987).

Studie Shariffa a kol. (2009) zkoumala úrazovost u malajských špičkových hráčů badmintonu. Během dvou a půl let bylo diagnostikováno dohromady 469 úrazů pohybového aparátu. Průměrný věk hráčů byl 19,2 let (rozpětí bylo 13 až 52 let), z toho 60 procent úrazů bylo u hráčů pod 20 let. U většiny zranění (91,5 procent) se jednalo o lehčí zranění z přetížení a většinou v oblasti kolenního kloubu. Jednalo se o úrazy z přetížení měkkých tkání, natažení svalu či šlachy, částečné nebo úplné ruptury, a nebo únavové zlomeniny na posledním místě.

Herbaut a kol. (2018) ve své studii udávají jako nejčastější oblast pro úraz v badmintonu kotník. Bylo provedeno dotazníkové šetření u 113 francouzských a 117 čínských hráčů badmintonu. Porovnávaly se výsledky u těchto dvou populacích. U obou převažovaly úrazy dolní končetiny a větší procento úrazů bylo v oblasti kotníku, než kolene. Konkrétně se jedná o distorzi hlezenního kloubu následkem častých doskoků a rychlé změny směru pohybu při badmintonu.

1.6.1. Úrazy ramenního kloubu v badmintonu

Při badmintonu je vystavena horní končetina častým horním úderům, tedy úderům odehraných nad a za hlavou hráče. Ve své studii Fahlstrom et kol. (2004) popisuje, že 52 procent hráčů (ze 188 testovaných světových hráčů) zažívá bolest ramene dominantní horní končetiny. U 37 procent to byla bolest ramene v minulosti a u 20 procent se jednalo o počínající bolest ramene. Neobjevil se signifikantní rozdíl mezi ženami a muži. Bolest byla většinou spojená s větší zátěží a často jí provázela i ztuhlost ramene.

Ve své další studii zkoumal Fahlstrom (2007) incidenci potíží s ramenním kloubem u rekreačních hráčů badmintonu, kde opět odhalil, že u 52 procent hráčů byl nebo je problém s bolestí ramene. Následně autor testoval i rozsah abdukce v ramenním kloubu a zjistil, že na dominantní bolestivé horní končetině je aktivní nebolestivý rozsah snížen oproti nedominantní. Dále byla testována izometrická síla do abdukce v rameni a zde nebyl signifikantní rozdíl mezi horními končetinami (Fahlstrom, 2007).

Couppé a kol. (2014) zkoumal rotační profily ramene u hráčů a hráček závodního badmintonu. Měřil se rozsah celkové rotace a síla do vnitřní a vnější rotace pomocí dynamometru. Zjistilo se, že u žen je signifikantní dysbalance rotátorů. Byla naměřena zvýšená svalová síla do vnitřní rotace na dominantní horní končetině oproti nedominantní. U mužů tento rozdíl nebyl signifikantní. Ženy by tedy mohly být náchylnější k úrazům ramenního kloubu následkem svalové dysbalance a přetížení vnitřních rotátorů a naopak oslabení zevních rotátorů ramenního kloubu.

Wang a kol. (2019) ve své studii vyšetřovali ramenní kloub pomocí klinických testů a sonografie. Vyšetření bylo provedeno u 35 adolescentních asymptomatických hráčích badmintonu, dále na 13 hráčích s jednostrannou bolestí ramene a u 15 nespportovců stejného věku byla měřena deformace coracoacromiálního ligamenta, která je definovaná jako vertikální vzdálenost mezi horním okrajem ligamenta a linií, která pomyslně spojuje akromion a processus coracoideus na lopatce. Tato vzdálenost byla měřena během abdukce a vnitřní rotace v ramenním kloubu a byla porovnávána mezi třemi skupinami probandů. Pouze u hráčů, kteří udávali bolest ramene byla naměřena signifikantní deformace coracoacromiálního ligamenta. U ostatních hráčů nebyla deformace signifikantní. Zjistili tedy, že zdrojem bolestí ramene u hráčů badmintonu je právě deformace tohoto ligamenta (Wang et kol., 2019).

Častým problémem u tzv. overhead sportů je impingement syndrom. Primární impingement vzniká zúžením subakromiálního prostoru mezi korakoakromiálním obloukem a šlachou m. supraspinatus u stabilního ramenního pletence. Tento typ se vyskytuje spíše u starší populace, kde se již objevují určité degenerativní změny. Sekundární impingement se vyskytuje nejvíce u atletů pod 35 let s overhead aktivitou a bývá spojený s glenohumerální instabilitou. Sekundární impingement může být způsoben přetížením rotátorové manžety, dysbalancí měkkých tkání v oblasti glenohumerálního kloubu, glenohumerální laxicitou, oslabením nebo laxicitou dlouhé hlavy bicepsu, lézí labrum glenoidale, dyskinezí lopatky nebo zkrácením zadní části kloubního pouzdra (Belling Sørensen & Jørgensen, 2000)(Tong, 2003).

Vnitřní impingement se objevuje u mladších, overhead sportovců a je spojen se zvýšenou laxicitou struktur ramenního kloubu až instabilitou glenohumerálního kloubu při abdukčně zevněrotačních manévrech. Rozlišují se dva typy vnitřního impingement syndromu, a to posterosuperiorní a anterosuperiorní (Kirchhoff & Imhoff, 2010).

Posterosuperiorní impingement syndrom se vyskytuje častěji a je spojován s bolestí v posterosuperiorní oblasti ramene v konečné fázi nápřahu a decelerační fázi (při úderu do míče). Při opakovaných pohybech do nápřahu dochází k adaptaci struktur ramenního kloubu v reakci na opakované zatížení. Objevuje se zvýšená zevní rotace v glenohumerálním kloubu, laxicita přední části kloubního pouzdra a zvýšená retroverze hlavice humeru (její posterosuperiorní posun). Navíc je u overhead sportovců také často nalezeno zkrácení posteriorní části kloubního pouzdra, což je spojeno s deficitem glenohumerální vnitřní rotace (glenohumeral internal rotation deficit, GIRD) (Kirchhoff & Imhoff, 2010).

Jednou z teorií možných příčin vzniku posterosuperiorního impingement syndromu je rotační nestabilita, při které dochází k nadměrné zevní rotaci humeru v konečné fázi nápřahu a v akcelerační fázi smečářského úderu, čímž je namáhána přední část kloubního pouzdra. V této fázi se může hlavice humeru translačně posunovat až subluxovat směrem dopředu, přičemž se hluboká vrstva rotátorové manžety (m. supraspinatus a m. infraspinatus) uskříne mezi vyrotovaný tuberculum majus a posterosuperiorní část kloubní jamky a labra glenoidale. Zadní část kloubního pouzdra je oproti tomu traumatizována v decelerační fázi při úderu do míče, kdy vznikají mikrotrhliny, které se hojí zánětem a jizvou (odlišným typem kolagenu než původní vazivové struktury). Kloubní pouzdro se ztlušťuje, ztrácí svou elasticitu a následně dochází k deficitu glenohumerální vnitřní rotace (GIRD) (Kirchhoff & Imhoff, 2010) (Michalíček & Vacek, 2014).

Při anterosuperiorním impingement syndromu dochází k uskřinutí šlachy m. subscapularis mezi přední stranu hlavice humeru a anterosuperiorní část kloubní jamky a labrum nejčastěji během fáze dokončení smečářského pohybu nebo obecně při flexi s vnitřní rotací a addukcí. Když je paže v této pozici, spodní část šlachy m. subscapularis se dostává do kontaktu s anterosuperiorním okrajem kloubní jamky. (Garofalo et al., 2010) (Kirchhoff & Imhoff, 2010).

2. Kineziologie horní končetiny

Horní končetiny jsou uchopovacím a manipulačním orgánem člověka a slouží k sebeobsluze, práci i ke komunikaci. Účastní se aktivně při přijímání nebo udílení kinetické energie. Pro správnou činnost horní končetiny je důležitá posturální spolupráce osového orgánu k zajištění stabilizace polohy těla při manipulaci. Mezi funkcí horních končetin a osovým orgánem je volnější vazba než u dolních končetin. Obě horní končetiny pracují jako uzavřený funkční řetězec, při manipulaci pracují často současně, avšak dominantní končetina (častěji pravá) má vedoucí roli a druhá horní končetina spíše podporuje její funkci (Véle, 2006).

Spojení horní končetiny můžeme anatomicky rozdělit na pletenec horní končetiny a volná spojení horní končetiny (Čihák, 2001).

2.1 Pletenec ramenní

Kořenový kloub horní končetiny, tj. ramenní kloub, je nejpohyblivější kloub v těle. Pletenec ramenní je neúplný kostní prstenec, který vpředu uzavírá hrudní kost. Kostěné segmenty jsou spojeny dvěma pravými klouby (tj. *articulatio glenohumeralis* a *articulatio acromioclavicularis*), ale specifické připojení lopatky dává vzniku tzv. subakromiálnímu spojení, scapulothorakálnímu spojení a subdeltoideálnímu spojení. Nejedná se sice o pravé klouby, ale podílejí se na zvýšení pohyblivosti celé končetiny. Tato specifická podoba pletence ramenního předurčuje přetížení celého závěsu s velkými nároky na svalový korzet (Kolář, 2012).

Mezi klouby volné horní končetiny patří *articulatio humeri*, nebo-li kloub ramenní. Jedná se o kloub kulovitý volný, kdy jamka je mnohem menší než hlavice (rozsah jamky odpovídá třetině až čtvrtině plochy hlavice). Kloubní pouzdro je zesíleno šlachami okolních svalů a kloubními vazy. Soubor šlach a svalů zesilujících pouzdro se klinicky označuje jako rotátorová manžeta a patří sem svaly: *m. supraspinatus*, *m. infraspinatus* a *m. teres minor* (popř. i dlouhá hlava *biceps brachii*) (Čihák, 2001).

Mezi další svaly ramenního pletence patří *m. trapezius*, který propojuje hlavu s osovým orgánem (obratle, lopatka, klíční kost). Dělí se na 3 funkční části. Horní část tj. *pars descendens* elevuje ramenní pletenec, extenduje hlavu proti šíji a rotuje jí kontralaterálně. Střední část tj. *pars transversa* addukuje lopatku a posouvá rameno dozadu. Dolní část tj. *pars ascendens* provádí depresi lopatky a ramene. Jako celek *m. trapezius* přitlačuje lopatku ke hrudníku pro zpevnění ramenního pletence.

Dalšími svaly, které se podílejí na fixaci lopatky patří *mm. rhomboidei* (*m.rhomboideus major* a *m.rhomboideus minor*), které přitahují lopatku směrem k páteři se současnou rotací spodního úhlu lopatky mediálně.

M. levator scapulae zvedá horní úhel lopatky, zpevňuje ramenní pletenec a podílí se na laterální flexi krční páteře.

M. serratus anterior spojuje žebra s lopatkou. Podílí se na abdukci paže, umožňuje vzpažení a fixuje a stáčí dolní úhel lopatky laterálně.

M. pectoralis minor spojuje žebra s processus coracoideus na lopatce a provádí depresi ramenního pletence s abdukci lopatky a její dolní úhel posouvá kranálně. Na depresi ramenního pletence se podílí i *m. subclavius*.

M. deltoideus má 3 funkčně odlišné části. Přední část provádí ventrální flexi paže, působí při horizontální addukci, antevertzi ramene, abdukci a vnitřní rotaci paže. Střední část provádí abdukci paže. Zadní část provádí horizontální extenzi, podporuje extenzi a zevní rotaci paže. Tento sval také přispívá ke stabilizaci ramenního pletence tím, že drží hlavici glenohumerálního kloubu v jamce.

M. supraspinatus provádí abdukci paže do 90° a pomáhá při horizontální extenzi a zevní rotaci. *M. infraspinatus* působí zevní rotaci a horizontální extenzi paže. *M. teres minor* působí stejně jako *m. infraspinatus*. *M. teres major* provádí extenzi, addukci, horizontální extenzi a vnitřní rotaci v ramenním kloubu. *M. subscapularis* dělá vnitřní rotaci paže a působí při flexi, abdukci, addukci a horizontální flexi paže.

M. latissimus dorsi působí na extenzi, addukci, vnější rotaci a horizontální extenzi paže.

M. pectoralis major má tři části. Pars clavicularis působí ventrální a horizontální flexi a podílí se na addukci a vnitřní rotaci paže. Pars sternalis et abdominalis provádí extenzi, addukci, horizontální flexi a vnitřní rotaci paže.

M. coracobrachialis provádí pomocnou horizontální flexi, addukci a ventrální flexi paže (Véle, 2006) (Čihák, 2001).

V ramenním kloubu dochází k pohybům ve třech osách (nebo-li ve 3 směrech): vertikálně, horizontálně a k rotaci. Jedná se o flexi (150 – 170°) a extenzi (40°) kolem horizontální osy. Dále horizontální flexe (130 – 160°) a extenze (40 – 50°), což jsou pohyby vykonávané v 90° abdukci paže. A dále abdukce (180°) a addukce paže (20 –

40°). Rozsah rotací je v nulové pozici 60° a v 90° abdukci paže až 90° vnější rotace a okolo 70° vnitřní rotace (Kolář, 2012).

2.2 Oblast lokte

Loketní kloub (articulatio cubiti) je složitý kloub, který se skládá ze 3 skloubení: articulatio humeroradialis, humeroulnaris a radioulnaris. Tyto skloubení umožňují kromě flexe a extenze i rotaci ruky kolem osy, tj pronaci a supinaci, což jsou pohyby důležité pro manipulaci a pohyb ruky k ústům (Véle, 2006).

Důležitým svalem v oblasti lokte je *m. biceps brachii*, jehož dvě hlavy (caput longum a caput breve) působí jak na ramenní kloub, kde provádí abdukci (caput longum) a addukci (caput breve). V loketním kloubu provádí *m. biceps brachii* flexi a supinaci. Na flexi lokte se podílí i *m. brachialis* a *m. brachioradialis*, který spolupůsobí i při pronaci a supinaci. *M. triceps brachii* (jeho 3 hlavy) provádí extenzi lokte a podílí se i na abdukci a extenzi v ramenním kloubu. Na pronaci ruky se podílejí svaly *m. pronator teres* a *m. pronator quadratus*. Na supinaci působí kromě *m. biceps brachii* i *m. supinator* (Véle, 2006) Čihák, 2001).

Flexe v loketním kloubu je možná do rozsahu 130 až 150 °, extenze je zakončena opřením olekranonu do fossa olecrani humeri a měla by dosahovat 0°. U hypermobilních může dojít k hyperextenzi lokte přes 10°. Pronace i supinace dosahují přibližně 85 až 90° (Kolář, 2012).

2.3 Oblast zápěstí a ruky

Distální oblast horní končetiny je nejčastěji v kontaktu s okolním prostředím, pokud chceme něco uchopit a uchopený předmět udržet, nebo mu naopak udělit zrychlení a předmět odhodit. Díky anatomicky složité struktuře ruky je umožněna vysoká obratnost pohybů, kterou řadíme do oblasti jemné motoriky. Vyšetření hybnosti ruky nelze dělat jen pomocí svalového testu, ale je třeba zhodnotit i všestrannost a obratnost pohybů prstů a zápěstí (Véle, 2006).

Mezi svaly působící na zápěstí patří: *M. flexor carpi radialis*, který provádí flexi s radiální dukcí a spolupracuje i při pronaci a flexi v lokti. Dále *m. flexor carpi ulnaris*, který má dvě hlavy, které provádí flexi zápěstí, ulnární dukci a pomocnou flexi v lokti. *M. palmaris longus* napíná palmární aponeurózu a přispívá k flexi zápěstí a lokte. *M. extensor carpi radialis longus et brevis* jsou dva oddělené svaly, které provádí

dorzální flexi zápěstí a radiální dukci. *M. extensor carpi ulnaris* provádí extenzi a ulnární dukci zápěstí (Véle, 2006) (Čihák, 2001).

Svaly působící na prsty ruky jsou: *M. flexor digitorum superficialis*, který flektuje prostřední články prstů a pomáhá při flexi zápěstí. *M. flexor digitorum profundus* flektuje distální články prstů a jeho šlachy probíhají skrz šlachy *m. flexor digitorum superficialis*. *M. extensor digitorum* jde od humeru až na distální články prstů z dorzální strany a způsobuje extenzi prstů a pomocnou dorzální flexi zápěstí. Dále jsou zde *m. extensor indicis* a *m. extensor digiti minimi*, které extendují ukazovák a malík. *Mm. lumbicales* provádějí extenzi prostředních a distálních článků flektují proximální článek prstů (umožňuje tzv. „stříšku“). *Mm. interossei palmares* provádějí addukci prstů k prostřednímu prstu a *mm. interossei dorsales* dělají abdukci od prostředního prstu. Další skupinou svalů jsou svaly thenaru, které působí na palec ruky a patří sem *m. flexor pollicis longus*, *m. flexor pollicis brevis*, *m. extensor pollicis longus et brevis*, *m. abductor pollicis longus*, *m. abductor pollicis brevis*, *m. adductor pollicis* a *m. opponens pollicis*. Dále svaly antithenaru, které působí na pohyby malíku jsou *m. abductor digiti minimi*, *m. flexor digiti minimi* a *m. opponens digiti minimi*. (Véle, 2006)(Čihák, 2001).

Základními pohyby v komplexu zápěstí jsou flexe a extenze, která probíhá hlavně v radiokarpálním skloubení (skloubení mezi radiem a proximální řadou karpálních kostí) dosahuje do 40 až 60° dorzální flexe a 60 až 80° palmární flexe. Dalšími pohyby je ulnární dukce, která jde do 30 – 45° a radiální dukce do 15 – 20°. Tyto pohyby probíhají hlavně v mediokarpálním skloubení posunem proximální a distální řady karpálních kostí proti sobě. Dále v distálním radioulnárním skloubení probíhá pronace a supinace (viz. kapitola 2.2.), a složeným pohybem je cirkumdukce v zápěstí. V metakarpofalangeálních kloubech flexe a extenze (flexe do 90° a extenze kolem 10°) a abdukce, addukce, které jsou do 30°. Kombinací pohybů opět vzniká cirkumdukce. Dalším složeným pohybem je opozice palce, která je velmi důležitá pro uchopení předmětů. V interfalangeálních kloubech dochází jen k flexi (90° v proximálních kloubech a 70° v distálních) a extenzi (0°) (Kolář, 2012).

3. Kinematická analýza pohybu

Analýza pohybové činnosti může být prováděna na několika úrovních, které závisí na cílech a technických podmínkách analýzy. Kinematickou analýzu můžeme hodnotit kvalitativně, kdy hodnotíme pohyb bez měření konkrétních veličin. Záleží tedy na subjektivním vyhodnocení pozorovatele a jeho znalostech o pohybu. Jsou zde kladeny menší nároky na technické vybavení. Pro přesné určení číselných výstupních veličin musíme použít kvantitativní metody analýzy pohybu. K tomu je potřebné odpovídající materiální vybavení. Kvantitativní metody dělíme, podle toho, jakou veličinu chceme získat, na metody dynamické a kinematické (Janura, Zahálka; 2004).

Podle Janury a Zahálky (2004) mezi kinematické metody patří:

1. Goniometrie - slouží k měření relativní rotace v daném kloubu pomocí goniometru. Lze měřit pohyb kolem jedné, dvou nebo tří os. Je tedy určována vzájemná poloha segmentů v rovině nebo prostoru.
2. Akcelerometrie - umožňuje měření zrychlení pomocí akcelerometrů. Určují se zde odchylky způsobené pohybem při zrychlení segmentu. Tyto změny jsou měřeny pomocí výstupního elektrického signálu (např. piezoelektricky).
3. Stroboskopie - vytváří pohybovou sekvenci. Princip je podobný jako u klasické fotografie. Dochází ke střídavému osvětlení políčka s vrstvou, na které jsou zaznamenávány jednotlivé fáze pohybu.
4. Systémy pracující na elektromagnetickém principu - jsou založeny na funkci zdroje, který je upevněn na lidském těle a senzoru, který snímá signál vysílaný zdrojem.
5. Systém využívající akustické senzory - systém podobný předešlému, ale využívá zvukového signálu, který je emitován ze zdroje (vysílač připevněný na segment). Vzhledem k tomu, že rychlost zvuku je definována, lze podle toho vypočítat polohu daného segmentu.
6. Optoelektrické systémy - využívající optické senzory pro určení souřadnic. Na důležitá místa na lidském těle jsou připojeny aktivní nebo pasivní zdroje světla. Signál vysílaný zdrojem je zachycen přijímačem a v souřadném systému je vyhodnocena poloha sledovaných bodů. Do tohoto systému patří kinematografická (videografická) vyšetřovací metoda, jež využívá postupy založené na vyhodnocení filmového záznamu nebo videozáznamu.

Analýza pohybové činnosti se dá využít v mnoha oborech lidského bádání, ve kterých jsou uplatňovány poznatky z biomechaniky. Data získaná pomocí analýzy lze tedy aplikovat v medicíně, kineziologii, ergonomii, protetice, designérství, sportu, fyzioterapii atd (Janura, Zahálka; 2004).

3.1. Vytvoření modelu lidského těla

Pro potřeby kinematické analýzy bylo lidské tělo zjednodušeno na model o 15 segmentech jednoduchých geometrických tvarů. V kinematické analýze se zpravidla zanedbává deformace a segmenty jsou považovány za tuhá tělesa. Skutečně tuhé těleso je matematická abstrakce, která v reálném světě neexistuje, protože lidské tělo je deformováno téměř při každém pohybu. Šlachy se natahují, svaly se zkracují a kosti se ohýbají. Toto zjednodušení je však velmi výhodné, protože nám usnadňuje výpočty, které chceme provést (Jandačka, 2011).

V biomechanice se nejčastěji používá 14ti segmentový model lidského těla: hlava a krk, trup, a párové segmenty – nadloktí, předloktí, ruka, stehno, bércec, noha. Někdy se přidává i samostatný segment pro pánev (Janura, Zahálka; 2004).

Při analýze pohybu organismů musíme řešit problém s umístěním značek na vybraný segment. Největší problém je v tom, že jednotlivé segmenty sice jsou definovány pomocí anatomických bodů, při analýze ale nepracujeme s těmito body, ale s jejich projekcí na kůži. V průběhu pohybu potom může dojít k posunutí těchto značek. Měkké tkáně, které se nacházejí mezi kostí a značkou, se vlivem pohybu a změny postavení segmentů posouvají. Velikost těchto změn nelze jednoznačně určit, protože vrstvy měkkých tkání jsou různé (Janura, Zahálka; 2004).

Jandačka (2011) popisuje šest způsobů, jak můžeme kosterní struktury reprezentovat:

- značku umístit přímo na kost,
- značku umístit na kůži na konkrétní antropometrický bod,
- značku umístit na speciální tyčinku, která je připevněná a kůži,
- značku umístit na obuv nebo jiné těleso, které souvisí s pohybem,
- shluk značek umístit na tuhý povrch, který je následně přiložen na kůži (klastr),
- kombinace klastrů a značek umístěných na kůži v antropometrickém bodě (Jandačka, 2011).

3.2. Kalibrace

Před samotným měřením kinematiky lidského pohybu musíme provést kalibrační statické měření. Při tomto měření má na sobě subjekt všechny značky. Význam tohoto měření spočívá ve stanovení středů kloubů, lokálního souřadného systému a těžiště každého segmentu. V průběhu kalibračního měření zaznamenáváme vzájemnou polohu značek s polohovou funkcí. Další důležitou funkcí kalibrace je normalizace úhlu v kloubním spojení. Stanovuje nám počáteční úhel v kloubu v rámci lokálního souřadného systému. Před samotným měřením je tedy důležité dobře stanovit výchozí polohu lidského těla při kalibračním statickém měření (Jandačka, 2011).

3.3. Analýza pohybu u raketových sportů

Landermann a kol. (2014) použili kinematickou analýzu pro vyšetření ramenního kloubu u hráčů tenisu. Výzkumu se zúčastnilo 10 dobrovolníků, kteří hrají tenis na střední úrovni, nebo jsou bývalí závodní hráči tenisu. Jednalo se dospělé hráče mezi 18-ti a 40-ti lety. Cílem studie bylo zlepšit neinvazivní vyšetření a celkový pohled na analýzu ramenního kloubu vzhledem k impigement syndromu a instabilitě. Rameno bylo vyšetřováno pomocí magnetické rezonance, pomocí 3D kinematické analýzy pohybů při tenisových úderech a při běžně vyšetřovaných pohybech v ramenním kloubu. Pro nahrávání kinematických dat byl použit přístroj Vicon MX T-Series motion capture system. Na tělo dobrovolníků bylo připevněno několik reflexních markerů na hrudník, scapulu, klavikulu, na paži a předloktí. Po krátké rozcvičce byli dobrovolníci požádáni, aby předváděli několik tenisových úderů jako forehand, backhand a pomalé i rychlé podání. Dále měli provádět vnitřní a vnější rotaci při 90° abdukci v ramenním a loketním kloubu, maximální flexi a abdukci v ramenním kloubu. Výsledky magnetické rezonance odhalily 11 poškození rotátorové manžety u 6 dobrovolníků a 6 lézí labra glenoidale u 5 dobrovolníků. Laterální subakromiální impigement byl nalezen u 4 dobrovolníků, anteriorní subakromiální impigement u 3, interní anteriosuperiorní impigement u 2 a interní posteriosuperiorní impigement u 7 dobrovolníků. U této populace nebyla nalezena žádná instabilita ramenního kloubu. Vzhledem k charakteru pohybů, které jsou často vykonávány při hraní tenisu, je tedy nejčastější lézí posteriosuperiorní impigement (Landermann a kol., 2014).

Fernandez a kol. (2019) zkoumali vliv dvou odehraných zápasů na rotační funkci ramenního kloubu u závodních hráčů badmintonu. Testováno bylo 31 hráčů, z toho 19 chlapců a 12 dívek ve věku 16,6 let \pm 1 rok. Na hráčích se měřil pasivní rozsah pohybu v ramenním kloubu do vnitřní a vnější rotace, a také maximální izometrická síla do vnitřní a vnější rotace pomocí přenosného dynamometru. Hráči se testovali v leže na zádech s testovanou horní končetinou v 90° abdukci a 90° flexi v loketním kloubu. Toto měření bylo provedeno na začátku, a znovu po dvou odehraných zápasech. Mezi zápasy byla přibližně hodina pauza.

Výsledky ukázaly rozdíly mezi naměřenými hodnotami pro izometrickou sílu mezi dívkami a chlapci. U rozsahů pohybu rozdíl nebyl signifikantní. Při porovnání vstupního a výstupního měření byl naměřen u chlapců signifikantní pokles hodnot rozsahu pohybu u dominantní i nedominantní horní končetiny. U měření síly nebyl u chlapců signifikantní rozdíl. U dívek došlo k nárůstu síly do vnější rotace, ale k poklesu rozsahu pohybu do vnější rotace a k poklesu celkového rozsahu rotace v ramenním kloubu u nedominantní horní končetiny. U ostatních měření nebyl signifikantní rozdíl mezi vstupním a výstupním testem (Fernandez a kol., 2019)

Studie Salima a kol. (2010) se zabývá analýzou badmintonového úderu smeč a porovnává úder mezi muži a ženami. Pro výzkum byli vybráni amatérští hráči (7 žen a 7 mužů) ve věku mezi 22 a 28 lety. Analýza smeče se soustředila na segmenty horní končetiny, tzn. na rameno, loket a zápěstí. Pro měření použili software Qualisys a pět kamer Oqus.

Probandi měli za úkol postavit se do smečovací oblasti badmintonového kurtu. Jejich partner jim nahrával míče z podávací oblasti kurtu a následovala série odehraných smečů.

Výsledky ukázaly signifikantně větší rychlost úderu u mužů, než u žen. Jako hlavní ukazatel rychlosti smeče se ukázala abdukce v ramenním kloubu a extenze v loketním kloubu u mužů. U žen byl naopak signifikantně větší rozsah v zápěstí ze supinace do pronace (Salim a kol., 2010).

Cílem studie Couppého a kol. (2014) bylo zhodnotit profil ramenního kloubu před sezónou u závodních hráčů badmintonu národní reprezentace. Měřil se pasivní rozsah pohybu do vnější a vnitřní rotace na dominantní i nedominantní horní končetině pomocí goniometru u 31 dospělých hráčů (z toho 12 žen, 19 mužů). Dále byla měřena svalová síla do vnitřní a vnější rotace pomocí dynamometru. Výsledky ukázaly menší rozsah celkové rotace v ramenním kloubu na dominantní končetině, než na nedominantní.

Stejně u mužů (cca o 11 stupňů), jako u žen (cca o 14 stupňů). Co se týče svalové síly, muži vykazovali větší sílu u všech skupin kromě vnitřní rotace na dominantní horní končetině, kde rozdíl nebyl signifikantní. U žen byla svalová síla do vnitřní rotace větší na dominantní než na nedominantní horní končetině (o cca 29 newtonů). U ostatních skupiny nebyl signifikantní rozdíl svalové síly. U mužů nebyl rozdíl svalové síly mezi dominantní a nedominantní horní končetinou žádný (Couppé, 2014).

Studie Hussaina a Bari (2011) porovnává forehandovou a backhandovou smeč v badmintonu. Měřenými parametry byly: úhel letu míčku, úhel pohybu v ramenním kloubu, úhel pohybu v loketním kloubu, úhel pohybu zápěstí, dále úhlová rychlost v ramenním kloubu, loketním kloubu i v zápěstí, dále se porovnává rychlost letu míčku, výška kontaktu rakety s míčkem při úderu a nakonec úhel hlavy rakety oproti předloktí. Výzkumu se zúčastnilo pouze šest elitních hráčů badmintonu mužského pohlaví. Výsledky studie ukazují signifikantní rozdíly mezi forehandovou a backhandovou smečí u rychlosti letu míčku, kontaktní výšce rakety s míčkem, úhlem rakety oproti předloktí při úderu, úhlem flexe v zápěstí a úhlovou rychlostí v ramenním a loketním kloubu. Cílem studie bylo poukázat na možnosti zlepšení tréninku při nácvičku backhandové smeče (Hussain, Bari; 2011).

4 Cíle a úkoly práce, hypotézy

4.1 Cíle diplomové práce

Cílem diplomové práce je provést analýzu pohybu horní končetiny při útočném úderu v badmintonu a poukázat na možné rizikové faktory pro vznik úrazů a problémů z přetížení měkkých tkání v oblasti horní končetiny.

4.2 Výzkumné otázky

Bude rozsah zevní rotace v ramenním kloubu na dominantní horní končetině zvýšený oproti nedominantní horní končetině?

Bude rozsah vnitřní rotace v ramenním kloubu na dominantní horní končetině snížený oproti nedominantní horní končetině?

Dostane se hráčka během útočného úderu do maximální zevní rotace v ramenním kloubu na dominantní horní končetině?

Dostane se hráčka během útočného úderu do maximální vnitřní rotace v ramenním kloubu na dominantní horní končetině?

Dostane se hráčka během útočného úderu do nulové extenze v loketním kloubu na dominantní horní končetině?

4.3 Hypotézy

H1: Rozsah zevní rotace v ramenním kloubu bude na dominantní horní končetině větší, než na nedominantní horní končetině.

H2: Rozsah vnitřní rotace v ramenním kloubu bude na dominantní horní končetině menší, než na nedominantní horní končetině.

H3: Během útočného úderu (tzv. smeč) se dostane hráčka do krajní polohy do vnější rotace v ramenním kloubu.

H4: Během útočného úderu (tzv. smeč) se dostane hráčka do krajní polohy do vnitřní rotace v ramenním kloubu.

H5: Během útočného úderu (tzv. smeč) se extenze v loketním kloubu dostane do nulové pozice.

4.4 Úkoly práce

- Shromáždění a zpracování odborné literatury vázané k danému tématu
- Vypracování teoretické části
- Přichystání a zabezpečení podmínek pro realizaci měření
- Uskutečnění samotného měření
- Zpracování získaných dat a zpracování výsledků
- Vytvoření závěru práce a diskuze k porovnání výzkumu s jinými

5. Metodika

5.1. Charakteristika souboru

V rámci práce byly osloveny hráčky závodního badmintonu ve věku od 16 do 40 let. Kritériem pro přijetí do výzkumu bylo, aby měly hráčky za sebou alespoň pět let hráčské historie závodního badmintonu, a aby byly umístěny do stého místa v žebříčku Českého badmintonového svazu. Hráčky nesměly mít žádné akutní zdravotní problémy a v anamnéze žádné zranění ramenního kloubu. Bylo osloveno dvanáct hráček, deset hráček potvrdilo účast ve výzkumu, dvě z nich musely být vyřazeny z důvodu akutních zdravotních potíží a jedna hráčka z časových důvodů odstoupila. Všechny hráčky uvedly jako dominantní horní končetinu pravou, tudíž ve všech tabulkách v kapitole *Výsledky* je uvedena pravá horní končetina jako dominantní horní končetina.

Všechny hráčky byly předem seznámeny s průběhem měření a souhlasily s použitím získaných dat pro účely práce. Všechny podepsaly informovaný souhlas, nebo u jedné hráčky byl podepsán jejím zákonným zástupcem. Výzkum této diplomové práce byl řádně schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem 213/2019 dne 21.10.2019 (viz Příloha č.1).

5.2. Sběr dat

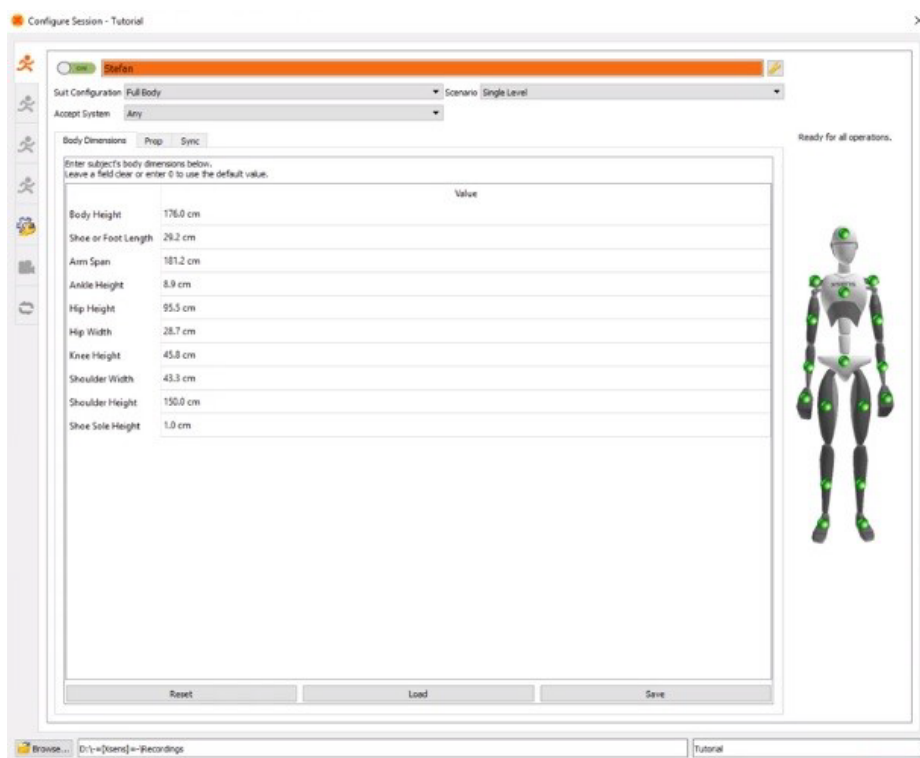
Měření probíhalo v hale SK Hamr Praha. Data byla získána pomocí přístroje XSens MVN, jehož frekvence snímání pohybu byla 240 Hz. Jedná se o inerciální "motion capture" systém pro jednoduché použití k zachycení pohybu celého těla. MVN je založen na velmi moderních miniaturních inerciálních senzorech a bezdrátovém komunikačním řešení kombinovaného s pokročilou sensorovou syntézou algoritmů využívanou pro biomechanické modely (Vítková, 2019).

Hráčky na sobě měly speciální oblek od firmy XSens, který měl daná místa pro vložení trackerů k snímání pohybu. Celkem se jednalo o 17 trackerů na těle hráček (Tabulka č.1).

Tabulka č.1: Uložení trackerů pro snímání pohybu

Umístění	Zkratka	Optimální pozice
P noha	R FOOT	Uprostřed hřbetu pravé nohy
L noha	L FOOT	Uprostřed hřbetu levé nohy
P distální část dolní končetiny	R _L LEG	Plocha na pravé tibii (mediálně)
L distální část dolní končetiny	L _L LEG	Plocha na levé tibii (mediálně)
P proximální část dolní končetiny	R _U LEG	Laterální strana nad pravým kolenem
L proximální část dolní končetiny	L _U LEG	Laterální strana nad levým kolenem
Pánev	PELV	Plocha na sacrum
Sternum	STERN	Plocha na středu hrudníku
P rameno	R SHOUL	Pravá lopatka (pravá spina scapulae)
L rameno	L SHOUL	Levá lopatka (levá spina scapulae)
P paže	R _U ARM	Laterální strana nad pravým loktem
L paže	L _U ARM	Laterální strana nad levým loktem
P předlokti	R _F ARM	Plocha nad pravým zápěstím
L předlokti	L _F ARM	Plocha nad levým zápěstím
P ruka	R HAND	Dorzum pravé ruky
L ruka	L HAND	Dorzum levé ruky
Hlava	HEAD	Jakékoliv vhodné místo

(Vítková, 2019)



Obrázek č.3 Připojení bezdrátového systému a zadání antropometrických hodnot (Xsens 3D motion tracking, 2016)

Po nasazení obleku a umístění trackerů jsme museli zkontrolovat, zda všechny trackery odpovídají své poloze, a jestli je bezdrátový systém připojen. Poté jsme zadali antropometrické hodnoty dané hráčky do programu, abychom mohli provést kalibraci (viz. Obrázek č.3). Kalibrace byla zahájena z určené pozice (tzv. „T-pose“) ve vzpřímeném stoji s 90° abdukci v ramenních kloubech. Kalibrace byla provedena na badmintonovém kurtu v oblasti pro zadní útočné údery (smečovací oblast kurtu).

Získané antropometrické parametry:

- Tělesná výška,
- Délka chodidla od paty po palec,
- Rozpětí paží (od nejdelšího prstu k nejdelšímu),
- Výška hlezna od podlahy,
- Výška trochanteru major od podlahy,
- Délka mezi pravou a levou spinou iliacou anterior superior,
- Výška laterálního kondylu tibiae od podlahy,
- Délka mezi pravým a levým akromionem,
- Výška podrážky boty.

Určili jsme si souřadnicový systém, ve kterém osa "x" značí lateromedální směr, osa "y" anteroposteriorní směr a osa "z" kraniokaudální směr. Následně jsme spustili kalibraci, po které vždy bylo vyhodnoceno, zda byla úspěšná, nebo nedostatečná. Po takto úspěšném nastavení mohlo být zahájeno měření.

Všichni probandi byli testováni v podobných podmínkách na prostorném místě, aby nedošlo k žádnému poranění. Každá hráčka měla chvíli na rozcvičení horních končetin. Dále proběhla edukace testovaných pozic a pohybů. Poté byla naměřena rotace v obou ramenních kloubech, nejprve na dominantní, a poté na nedominantní horní končetině. Výchozí pozice byla ve vzpřímeném stoji s testovanou horní končetinou v 90° abdukci a 90° flexi loketním kloubu. Po vyzvání hráčky prováděly opakovaně třikrát zevní a vnitřní rotaci v ramenním kloubu. Po provedení se měření zastavilo a spustilo se nové měření pro rotaci na nedominantní horní končetině. V druhé fázi měření se nejdříve hráčky rozehráli, tak, jak jsou zvyklé z tréninku a následně bylo provedeno cvičně pět útočných úderů (smečů). Smeče byly odehrávány ze smečovací oblasti badmintonového kurtu. Nahrávač nahrával pět za sebou jdoucích vysokých forhendových podání do smečovací oblasti kurtu, kde byla připravena hráčka k odehrání smeče. Následně byly provedeny dvě samostatné měření, kdy měly hráčky opět pětkrát odehrát smeč z nahrávky. V softwaru XSens MVN

jsme se soustředili pouze na trackery umístěné na horních končetinách: R SHOUL, L SHOUL, R UARM, L UARM, R FARM, L FARM, R HAND, L HAND. Ke zpracování sloužila data hodnotící úhly v ramenním, loketním kloubu a v zápěstí. Dále byla použita data úhlové rychlosti v ramenním a loketním kloubu, úhlového zrychlení v ramenním a loketním kloubu. U zápěstí byla použita navíc data lineární rychlosti a lineárního zrychlení pohybu. Data těchto segmentů byla následně převedena do softwaru Microsoft Excel, kde byla dále zpracovávána.

5.3. Analýza dat

Na základě Shapiro – Wilkova testu normality a Kolmogorov – Smirnova testu (KS testu) se ukázalo normální rozložení dat, proto byly použity základní statistické charakteristiky, aritmetický průměr a směrodatná odchylka. Testování normality bylo provedeno v programu Graph Pad Prism (verze 6).

Získaná data byla statisticky zpracována pomocí programu Statistica (verze 10, Stat-Soft, Inc., Tulsa, USA). Pro posouzení významnosti rozdílů byla zvolena 5% hladina statistické významnosti. Pro posouzení zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu mezi dominantní a nedominantní horní končetinou byl použit párový jednovýběrový t-test. Pro posouzení zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu u dominantní končetiny mezi aktivním klinicky měřeným pohybem a pohybem při útočném úderu v badmintonu byl také použit párový jednovýběrový t-test. Pro posouzení extenze v loketním kloubu při útočném úderu byl použit jednoduchý t-test, ve kterém se porovnávala extenze s konstantou hodnoty 0 (0° extenze v loketním kloubu).

Dále byla provedena v programu Statistica (verze 10, Stat-Soft, Inc., Tulsa, USA) analýza vzájemných vztahů proměnných pomocí Pearsonova korelačního koeficientu. Jednalo se o vztah velikosti rotací v ramenním kloubu a velikosti úhlové rychlosti a zrychlení v ramenním kloubu. Dále se porovnávala velikost extenze v loketním kloubu s velikostí úhlové rychlosti a zrychlení v loketním kloubu do extenze. Hladina statistické významnosti pro korelace byla rovněž nastavena na 5%.

6. Výsledky

Výsledky byly rozděleny do podkapitol dle jednotlivých probandů. U každého z nich bylo vytvořeno několik tabulek. V první tabulce jsou uvedeny hodnoty aktivního rozsahu pohybu do vnitřní a zevní rotace v ramenním kloubu na pravé a levé horní končetině (pravá horní končetina je u všech probandů dominantní). V druhé tabulce jsou uvedeny hodnoty pro ramenní kloub na dominantní horní končetině při odehrávání útočného úderu a ve třetí tabulce jsou uvedeny hodnoty pro loketní kloub na dominantní horní končetině při odehrávání útočného úderu.

Další podkapitolou je sumarizace výsledků a jejich statistické zpracování, kde jsou v tabulkách uvedeny výsledky prováděných t-testů. V poslední podkapitole jsou uvedeny doplňující naměřená data a jejich zpracování.

6.1. Proband č.1:

V následující tabulce (Tabulka č.2) jsou uvedeny hodnoty klinického testování vnitřní a zevní rotace v ramenním kloubu na pravé i levé horní končetině u prvního probanda. Pohyby byly testovány pomocí přístroje X-sens.

Tabulka č.2: Hodnoty maximální zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu na pravé a levé horní končetině u probanda č. 1

KONČETINA	zevní rotace [úhlové stupně °]	vnitřní rotace [úhlové stupně °]
PHK	91	44
LHK	85	56

Legenda: PHK = pravá horní končetina, LHK = levá horní končetina

V další tabulce jsou popsány hodnoty naměřené při útočném úderu. Jedná se o maximální dosaženou zevní a vnitřní rotaci a úhlovou rychlost v ramenním kloubu.

Tabulka č.3 Maximální hodnoty zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu při útočném úderu, dále maximální hodnota úhlové rychlosti v ramenním kloubu při útočném úderu u probanda č. 1

SEGMENT	zevní rotace [úhlové stupně °]	vnitřní rotace [úhlové stupně °]	úhlová rychlost [radián za sekundu rad/s]
ramenní kloub	69	117	30,5

V tabulce č.4 jsou uvedeny hodnoty pro loketní kloub při útočném úderu. Popisujeme maximální extenzi v loketním kloubu, která může jít i do záporných hodnot, tedy do hyperextenze. Dále je zde popsána maximální úhlová rychlost do extenze v loketním kloubu.

Tabulka č.4 Maximální extenze v loketním kloubu, dále maximální úhlová rychlost v loketním kloubu při útočném úderu u probanda č. 1

SEGMENT	extenze [úhlové stupně °]	úhlová rychlost [radián za sekundu rad/s]
loketní kloub	2	37,6

Z Tabulky č.2 vidíme, že má proband omezenou vnitřní rotaci na pravé (dominantní) horní končetině. Tabulka č.3 nám ukazuje, že se proband dostává daleko přes maximální vnitřní rotaci, naproti tomu se nedostává do maximální zevní rotace při úderu. Hodnoty úhlových rychlostí jsou lehce pod průměrem.

6.2. Proband č.2:

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty klinického testování vnitřní a zevní rotace v ramenním kloubu na pravé i levé horní končetině u druhého probanda. Pohyby byly testovány pomocí přístroje X-sens.

Tabulka č.5 Hodnoty maximální zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu na pravé a levé horní končetině u probanda č. 2

KONČETINA	zevní rotace [úhlové stupně °]	vnitřní rotace [úhlové stupně °]
PHK	99	72
LHK	94	97

Legenda: PHK = pravá horní končetina, LHK = levá horní končetina

V další tabulce jsou popsány hodnoty naměřené při útočném úderu. Jedná se o maximální dosaženou zevní a vnitřní rotaci a úhlovou rychlost v ramenním kloubu.

Tabulka č.6 Maximální hodnoty zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu při útočném úderu, dále maximální hodnota úhlové rychlosti v ramenním kloubu při útočném úderu u probanda č. 2

SEGMENT	zevní rotace [úhlové stupně °]	vnitřní rotace [úhlové stupně °]	úhlová rychlost [radián za sekundu rad/s]
ramenní kloub	61	67	23,5

V Tabulce č.7 jsou uvedeny hodnoty pro loketní kloub při útočném úderu. Popisujeme maximální extenzi v loketním kloubu, která může jít i do záporných hodnot, tedy do hyperextenze. Dále je zde popsána maximální úhlová rychlost do extenze v loketním kloubu.

Tabulka č.7 Maximální extenze v loketním kloubu, dále maximální úhlová rychlost v loketním kloubu při útočném úderu u probanda č. 2

SEGMENT	extenze [úhlové stupně °]	úhlová rychlost [radián za sekundu rad/s]
loketní kloub	-1	35,45

Z Tabulky č.5 vidíme, že má proband omezenou vnitřní rotaci na pravé (dominantní) horní končetině. Tabulka č.7 nám ukazuje, že se proband nedostává do maximálních rotací při úderu, naproti tomu dostává přes maximální extenzi do mírné hyperextenze v loketním kloubu (Tabulka č.7). Hodnota úhlové rychlosti v ramenním kloubu se pohybuje pod průměrem, pouze úhlová rychlost v loketním kloubu se dostává přes průměrnou hodnotu (viz. Tabulka č. 8).

6.3. Proband č.3:

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty klinického testování vnitřní a zevní rotace v ramenním kloubu na pravé i levé horní končetině. Pohyby byly testovány pomocí přístroje X-sens.

Tabulka č.8 Hodnoty maximální zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu na pravé a levé horní končetině u probanda č. 3

KONČETINA	zevní rotace [úhlové stupně °]	vnitřní rotace [úhlové stupně °]
PHK	97	110
LHK	102	90

Legenda: PHK = pravá horní končetina, LHK = levá horní končetina

V další tabulce jsou popsány hodnoty naměřené při útočném úderu. Jedná se o maximální dosaženou zevní a vnitřní rotaci a úhlovou rychlost v ramenním kloubu.

Tabulka č.9 Maximální hodnoty zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu při útočném úderu, dále maximální hodnota úhlové rychlosti v ramenním kloubu při útočném úderu u probanda č. 3

SEGMENT	zevní rotace [úhlové stupně °]	vnitřní rotace [úhlové stupně °]	úhlová rychlost [radián za sekundu rad/s]
ramenní kloub	68	94	36,26

V Tabulce č.10 jsou uvedeny hodnoty pro loketní kloub při útočném úderu. Popisujeme maximální extenzi v loketním kloubu, která může jít i do záporných hodnot,

tedy do hyperextenze. Dále je zde popsána maximální úhlová rychlost extenze v loketním kloubu.

Tabulka č.10 Maximální extenze v loketním kloubu, dále maximální úhlová rychlost v loketním kloubu při útočném úderu u probanda č. 3

SEGMENT	extenze [úhlové stupně °]	úhlová rychlost [radián za sekundu rad/s]
loketní kloub	-17	30,97

Z Tabulky č.8 vidíme, že má proband omezenou vnitřní rotaci spíše na levé (nedominantní) horní končetině. Tabulka č.9 nám ukazuje, že se proband dostává téměř do maximální vnitřní rotace při útočném úderu, ale nedostává se do maximální zevní rotace. V Tabulce č.10 vidíme, že se při úderu proband dostává do velké hyperextenze v loketním kloubu. Hodnota úhlové rychlosti v ramenním kloubu je nadprůměrná (viz. Tabulka č.9).

6.4. Proband č.4:

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty klinického testování vnitřní a zevní rotace v ramenním kloubu na pravé i levé horní končetině. Pohyby byly testovány pomocí přístroje X-sens.

Tabulka č.11 Hodnoty maximální zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu na pravé a levé horní končetině u probanda č. 4

KONČETINA	zevní rotace [úhlové stupně °]	vnitřní rotace [úhlové stupně °]
PHK	97	78
LHK	99	105

Legenda: PHK = pravá horní končetina, LHK = levá horní končetina

V další tabulce jsou popsány hodnoty naměřené při útočném úderu. Jedná se o maximální dosaženou zevní a vnitřní rotaci, úhlovou rychlost v ramenním kloubu.

Tabulka č.12 Maximální hodnoty zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu při útočném úderu, dále maximální hodnota úhlové rychlosti v ramenním kloubu při útočném úderu u probanda č. 4

SEGMENT	zevní rotace [úhlové stupně °]	vnitřní rotace [úhlové stupně °]	úhlová rychlost [radián za sekundu rad/s]
ramenní kloub	48	53	20,43

V Tabulce č.13 jsou uvedeny hodnoty pro loketní kloub při útočném úderu. Popisujeme maximální extenzi v loketním kloubu, která může jít i do záporných hodnot, tedy do hyperextenze. Dále je zde popsána maximální úhlová rychlost do extenze v loketním kloubu.

Tabulka č.13 Maximální extenze v loketním kloubu, dále maximální úhlová rychlost v loketním kloubu při útočném úderu u probanda č. 4

SEGMENT	extenze [úhlové stupně °]	úhlová rychlost [radián za sekundu rad/s]
loketní kloub	1	22,03

Z Tabulky č.11 vidíme, že má proband omezenou vnitřní rotaci na pravé (dominantní) horní končetině. Tabulka č.12 nám ukazuje, že se proband nedostává do maximálních rotací při útočném úderu. Úhlové rychlosti v ramenním i loketním kloubu se pohybují pod průměrem (viz. Tabulka č.12 a Tabulka č.13).

6.5. Proband č.5:

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty klinického testování vnitřní a zevní rotace v ramenním kloubu na pravé i levé horní končetině. Pohyby byly testovány pomocí přístroje X-sens.

Tabulka č.14 Hodnoty maximální zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu na pravé a levé horní končetině u probanda č. 5

KONČETINA	zevní rotace [úhlové stupně °]	vnitřní rotace [úhlové stupně °]
PHK	90	94
LHK	82	105

Legenda: PHK = pravá horní končetina, LHK = levá horní končetina

V další tabulce jsou popsány hodnoty naměřené při útočném úderu. Jedná se o maximální dosaženou zevní a vnitřní rotaci a úhlovou rychlost v ramenním kloubu.

Tabulka č.15 Maximální hodnoty zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu při útočném úderu, dále maximální hodnota úhlové rychlosti v ramenním kloubu při útočném úderu u probanda č. 5

SEGMENT	zevní rotace [úhlové stupně °]	vnitřní rotace [úhlové stupně °]	úhlová rychlost [radián za sekundu rad/s]
ramenní kloub	72	71	24,47

V Tabulce č.16 jsou uvedeny hodnoty pro loketní kloub při útočném úderu. Popisujeme maximální extenzi v loketním kloubu, která může jít i do záporných hodnot, tedy do hyperextenze. Dále je zde popsána maximální úhlová rychlost do extenze v loketním kloubu.

Tabulka č.16 Maximální extenze v loketním kloubu, dále maximální úhlová rychlost v loketním kloubu při útočném úderu u probanda č. 5

SEGMENT	extenze [úhlové	úhlová rychlost
---------	-----------------	-----------------

	stupně °]	[radián za sekundu rad/s]
loketní kloub	9	34,41

Z Tabulky č.14 vidíme, že má proband omezenou vnitřní rotaci na pravé (dominantní horní končetině), naopak zevní rotace je spíše omezená na levé (nedominantní) horní končetině. Tabulka č.15 nám ukazuje, že se proband nedostává do maximálních rotací při útočném úderu. Proband se nedostává do maximální extenze v loketním kloubu, což je patrné v Tabulce č. 16. Úhlová rychlost v ramenním kloubu se pohybuje pod průměrem (viz. Tabulka č. 15). Úhlová rychlost v loketním kloubu je lehce nad průměrem (viz. Tabulka č. 16).

6.6. Proband č.6:

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty klinického testování vnitřní a zevní rotace v ramenním kloubu na pravé i levé horní končetině. Pohyby byly testovány pomocí přístroje X-sens.

Tabulka č.16 Maximální extenze v loketním kloubu, dále maximální úhlová rychlost v loketním kloubu při útočném úderu u probanda č. 5

KONČETINA	zevní rotace [úhlové stupně °]	vnitřní rotace [úhlové stupně °]
PHK	76	104
LHK	81	106

Legenda: PHK = pravá horní končetina, LHK = levá horní končetina

V další tabulce jsou popsány hodnoty naměřené při útočném úderu. Jedná se o maximální dosaženou zevní a vnitřní rotaci a úhlovou rychlost v ramenním kloubu.

Tabulka č.18 Maximální hodnoty zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu při útočném úderu, dále maximální hodnota úhlové rychlosti v ramenním kloubu při útočném úderu u probanda č. 6

SEGMENT	zevní rotace [úhlové stupně °]	vnitřní rotace [úhlové stupně °]	úhlová rychlost [radián za sekundu rad/s]
ramenní kloub	78	85	39,87

V Tabulce č.19 jsou uvedeny hodnoty pro loketní kloub při útočném úderu. Popisujeme maximální extenzi v loketním kloubu, která může jít i do záporných hodnot, tedy do hyperextenze. Dále je zde popsána maximální úhlová rychlost do extenze v loketním kloubu.

Tabulka č.19 Maximální extenze v loketním kloubu, dále maximální úhlová rychlost v loketním kloubu při útočném úderu u probanda č. 6

SEGMENT	extenze [úhlové stupně °]	úhlová rychlost [radián za sekundu rad/s]
loketní kloub	17	41,01

Z Tabulky č.17 vidíme, že má proband pouze lehce omezenou zevní rotaci na pravé (dominantní horní končetině) oproti levé. Tabulka č.18 nám ukazuje, že se proband dostává téměř do maximální zevní rotace při útočném úderu. Proband se nedostává do maximální extenze v loketním kloubu, což je patrné v Tabulce č.19. U probanda č. 6 je vidět nadprůměrná úhlová rychlost v ramenním i loketním kloubu (viz. Tabulka č. 18 a Tabulka č. 19).

6.7. Proband č.7:

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty klinického testování vnitřní a zevní rotace v ramenním kloubu na pravé i levé horní končetině. Pohyby byly testovány pomocí přístroje X-sens.

Tabulka č.20 Hodnoty maximální zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu na pravé a levé horní končetině u probanda č. 7

KONČETINA	zevní rotace [úhlové stupně °]	vnitřní rotace [úhlové stupně °]
PHK	101	76
LHK	82	75

Legenda: PHK = pravá horní končetina, LHK = levá horní končetina

V další tabulce jsou popsány hodnoty naměřené při útočném úderu. Jedná se o maximální dosaženou zevní a vnitřní rotaci, úhlovou rychlost v ramenním kloubu.

Tabulka č.21 Maximální hodnoty zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu při útočném úderu, dále maximální hodnota úhlové rychlosti v ramenním kloubu při útočném úderu u probanda č. 7

SEGMENT	zevní rotace [úhlové stupně °]	vnitřní rotace [úhlové stupně °]	úhlová rychlost [radián za sekundu rad/s]
ramenní kloub	54	52	9,84

V Tabulce č.22 jsou uvedeny hodnoty pro loketní kloub při útočném úderu. Popisujeme maximální extenzi v loketním kloubu, která může jít i do záporných hodnot, tedy do hyperextenze. Dále je zde popsána maximální úhlová rychlost do extenze v loketním kloubu.

Tabulka č.22 Maximální extenze v loketním kloubu, dále maximální úhlová rychlost v loketním kloubu při útočném úderu u probanda č. 7

SEGMENT	extenze [úhlové stupně °]	úhlová rychlost [radián za sekundu rad/s]
loketní kloub	-5	34,56

Z Tabulky č.20 vidíme pouze omezení zevní rotace na levé (nedominantní) horní končetině. Při útočném úderu se proband nedostává do maximálních rotací v ramenním kloubu, což je vidět v Tabulce č.21. Při útočném úderu dochází k hyperextenzi v loketním kloubu (viz. Tabulka č.). U probanda č.7 vidíme podprůměrnou hodnotu úhlové rychlosti v ramenním kloubu (viz Tabulka č.21) a nadprůměrnou hodnotu úhlové rychlosti v loketním kloubu (viz. Tabulka č. 22).

6.8. Statistické zpracování výsledků

V následující tabulce (Tabulka č. 23) je znázorněna popisná statistika jednotlivých měřených proměnných. U všech proměnných byla testována normalita rozložení dat pomocí Shapiro – Wilkova testu normality a Kolmogorova – Smirnova testu normality. Pro všechny proměnné byla potvrzena normalita rozložení dat.

Tabulka č. 23 Popisná statistika proměnných

Proměnné	Popisné statistiky				
	N	Průměr	Minimum	Maximum	SD
ZR_PHK	7	92,9	75,7	100,6	8,5
VR_PHK	7	82,7	44,0	110,5	22,5
ZR_LHK	7	89,2	81,3	102,2	8,9
VR_LHK	7	90,4	56,3	106,0	18,7
ZR_úder	7	64,3	47,5	78,1	10,6
VR_úder	7	77,1	52,2	117,1	23,5
úhlová rychlost v rameni	7	26,4	9,8	39,9	10,1
extenze v lokti	7	0,9	-17,7	16,7	10,8
úhlová rychlost v lokti	7	33,7	22,0	41,0	6,0

Legenda: ZR_PHK = rozsah zevní rotace v ramenním kloubu na pravé horní končetině, VR_PHK = rozsah vnitřní rotace v ramenním kloubu na pravé horní končetině, ZR_LHK = rozsah zevní rotace v ramenním kloubu na levé horní končetině, VR_LHK = rozsah vnitřní rotace v ramenním kloubu na levé horní končetině, ZR_úder = rozsah zevní rotace v ramenním kloubu při útočném úderu, VR_úder = rozsah vnitřní rotace v ramenním kloubu při útočném úderu

Další tabulka (Tabulka č. 24) ukazuje hodnoty provedeného t – testu mezi proměnnými: zevní rotace v ramenním kloubu na pravé (dominantní) horní končetině a zevní rotace na levé (nedominantní) horní končetině. Hladina statistické významnosti α byla nastavena na 5%, tedy p hodnota musí být menší než 0,05.

Tabulka č. 24 Porovnání rozdílu mezi zevní rotací v ramenním kloubu na dominantní a nedominantní horní končetině

Skup. 1 vs Skup. 2	T-test pro nezávislé vzorky				
	Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky				
	Průměr ZR_PHK	Průměr ZR_LHK	p hodnota	Směr. odchylka ZR_PHK	Směr.odchylka ZR_LHK
ZR_PHK vs. ZR_LHK	92,9	89,2	0,446961	8,5	8,9

Legenda: ZR_PHK = rozsah zevní rotace v ramenním kloubu na pravé horní končetině,
ZR_LHK = rozsah zevní rotace v ramenním kloubu na levé horní končetině

V tabulce č. 24 vidíme, že není signifikantní rozdíl mezi rozsahem do zevní rotace v ramenním kloubu mezi dominantní a nedominantní horní končetinou.

Dále byl proveden t – test na porovnání vnitřní rotace v ramenním kloubu mezi dominantní a nedominantní horní končetinou (viz. Tabulka č. 25). Hladina statistické významnosti α byla nastavena na 5%, tedy p hodnota musí být menší než 0,05.

Tabulka č. 25 Porovnání rozdílu mezi vnitřní rotací v ramenním kloubu na dominantní a nedominantní horní končetině

Skup. 1 vs Skup. 2	T-test pro nezávislé vzorky				
	Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky				
	Průměr VR_PHK	Průměr VR_LHK	p hodnota	Směr. odchylka VR_PHK	Směr.odchylka VR_LHK
VR_PHK vs. VR_LHK	82,7	90,4	0,496706	22,5	18,7

Legenda: VR_PHK = rozsah vnitřní rotace v ramenním kloubu na pravé horní končetině,
VR_LHK = rozsah zevní rotace v ramenním kloubu na levé horní končetině

Rozdíl mezi dominantní a nedominantní končetinou při rozsahu vnitřní rotace v ramenním kloubu není signifikantní, přesto podle průměrné hodnoty vidíme značný rozdíl. Vnitřní rotace v ramenním kloubu je tedy omezená na dominantní horní končetině, ale výsledek není statisticky významný.

Další t – test porovnává rozsah změřené aktivní zevní rotace v ramenním kloubu a rozsah zevní rotace v ramenním kloubu při útočném úderu (viz. Tabulka č. 26). Zjišťujeme zda se hráčky dostaly do maximálního rozsahu během útočného úderu. Hladina statistické významnosti α byla nastavena na 5%, tedy p hodnota musí být menší než 0,05.

Tabulka č. 26 Porovnání rozsahu zevní rotace v ramenním kloubu mezi změřeným aktivním pohybem a rozsahem během útočného úderu

Skup. 1 vs Skup. 2	T-test pro nezávislé vzorky				
	Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky				
	Průměr ZR_PHK	Průměr ZR_PHK_úder	p hodnota	Směr. odchylka ZR_PHK	Směr.odchylka ZR_PHK_úder
ZR_PHK vs. ZR_PHK_úder	92,9	64,3	0,000128	8,5	10,6

Legenda: ZR_PHK = rozsah zevní rotace v ramenním kloubu na pravé horní končetině, ZR_úder = rozsah zevní rotace v ramenním kloubu při útočném úderu

Rozdíl mezi zevní rotací v ramenním kloubu při měření aktivního pohybu a během útočného úderu je signifikantní, proto nemůžeme říct, že se hráčky dostávají do krajní zevní rotace v ramenním kloubu během úderu.

Také byl proveden t – test na porovnání rozsahu změřené aktivní vnitřní rotace v ramenním kloubu a vnitřní rotace během útočného úderu (viz. Tabulka č. 27). Zjišťujeme, zda se hráčky dostaly do maximálního rozsahu během útočného úderu. Hladina statistické významnosti α byla nastavena na 5%, tedy p hodnota musí být menší než 0,05.

Tabulka č.27 Porovnání rozsahu vnitřní rotace v ramenním kloubu mezi změřeným aktivním pohybem a rozsahem během útočného úderu

Skup. 1 vs Skup. 2	T-test pro nezávislé vzorky				
	Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky				
	Průměr VR_PHK	Průměr VR_PHK_úder	p hodnota	Směr. odchylka VR_PHK	Směr.odchylka VR_PHK_úder
VR_PHK vs. VR_PHK_úder	82,7	77,1	0,654462	22,5	23,5

Legenda: VR_PHK = rozsah vnitřní rotace v ramenním kloubu na pravé horní končetině, VR_úder = rozsah vnitřní rotace v ramenním kloubu při útočném úderu

Rozdíl mezi vnitřní rotací při měření aktivního rozsahu pohybu a během útočného úderu není signifikantní, proto můžeme říct, že se hráčky dostávají do krajní vnitřní rotace v ramenním kloubu při úderu.

Poslední t – test zjišťuje, zda se extenze v loketním kloubu při útočném úderu pohybuje kolem hodnoty 0°. Rozsah během úderu je porovnáván s konstantní hodnotou 0 (viz. Tabulka č.28). Hladina statistické významnosti α byla nastavena na 5%, tedy p hodnota musí být menší než 0,05.

Tabulka č.28 Porovnání rozsahu do extenze v loketním kloubu při útočném úderu s konstantou hodnoty 0

Proměnná	Test průměrů vůči referenční konstantě (hodnotě)					
	Průměr extenze loket	Směr.odchylka_extenze	N	Referenční konstanta	Sm. odchylka	p
extenze loket	0,9	10,8	7	0	10,8	0,83497

Vzhledem k průměrné hodnotě rozsahu extenze v loketním kloubu během úderu a vzhledem k nesignifikantnímu rozdílu průměru oproti konstantě 0, můžeme říct, že se hráčky při útočném úderu dostávají do plné extenze v loketním kloubu (extenze v loketním kloubu se pohybuje kolem hodnoty 0°).

6.9. Další naměřené hodnoty a jejich statistické zpracování

V této podkapitole jsou uvedeny další naměřené veličiny. Tyto údaje nejsou důležité z hlediska fyzioterapie a cílů tohoto výzkumu, ale mohou být užitečné pro nácvik útočného úderu v badmintonu, nebo mohou být předmětem jiných studií.

V následující tabulce (Tabulka č.29) jsou znázorněny hodnoty u jednotlivých hráček pro úhlové zrychlení v ramenním kloubu do rotace, dále úhlové zrychlení při útočném úderu v loketním kloubu do extenze, a potom lineární rychlost a zrychlení dlaně při útočném úderu.

Tabulka č.29 Hodnoty pro úhlové zrychlení v ramenním a loketním kloubu, a dále lineární rychlost a zrychlení dlaně během útočného úderu u jednotlivých hráček

	úhlové zrychlení v rameni (rad/s ²)	úhlové zrychlení v lokti (rad/s ²)	lineární rychlost dlaně (m/s)	lineární zrychlení dlaně (m/s ²)
1	1250,9	1563,6	3,6	210,5
2	1362,4	988,9	2,3	98,1
3	1922,7	6529,7	7,6	292,5
4	802,0	1241,0	8,0	138,9
5	1957,7	1572,6	1,5	88,4
6	2973,4	2628,9	4,9	155,0
7	872,0	2726,4	6,8	129,0

V další tabulce (Tabulka č.30) je spočítána popisná statistika pro tyto proměnné.

Tabulka č.30 Popisná statistika pro proměnné: úhlové zrychlení do rotace v ramenním kloubu, úhlové zrychlení do extenze v loketním kloubu, lineární rychlost a zrychlení dlaně při útočném úderu

Proměnné	Popisné statistiky				
	N	Průměr	Minimum	Maximum	SD
úhl.zrychlení_rameno	7	1591,6	802,0	2973,4	759,7
úhl.zrychlení_loket	7	2464,4	988,9	6529,7	1910,6
lin.rychlost_dlaň	7	4,9	1,5	8,0	2,6
lin.zrychlení_dlaň	7	158,9	88,4	292,5	71,3

Legenda: N = počet hodnot, SD = směrodatná odchylka

V dalších tabulkách (Tabulky č.31 - 34) jsou znázorněny statisticky významné korelace proměnných, zbytek korelací není uveden. Jedná se o vztahy úhlových rychlostí a zrychlení, dále lineární rychlosti a zrychlení dlaně a vztahy mezi rozsahy v kloubech horní končetiny a úhlovými rychlostmi a zrychleními.

Tabulka č. 31 Korelace proměnných – úhlová rychlost v ramenním kloubu do rotace a úhlové zrychlení do rotace v ramenním kloubu při útočném úderu

Proměnné	Korelace Označ. korelace jsou významné na hlad. $p < 0,05$ N=7			
	Průměry	Směr.odchylka	rameno_ rych	rameno_zrych
rameno_ rych	26,4	10,1	1,000000	0,801646
rameno_zrych	1591,6	759,7	0,801646	1,000000

Legenda: rameno_ rych = úhlová rychlost v ramenním kloubu, rameno_zrych = úhlové zrychlení v ramenním kloubu

Tabulka č. 32 Korelace proměnných – úhlové zrychlení v loketním kloubu do extenze a lineární zrychlení dlaně při útočném úderu

Proměnné	Korelace Označ. korelace jsou významné na hlad. $p < 0,05$ N=7			
	Průměry	Směr.odchylka	loket_zrych	dlaň_zrych
loket_zrych	2464,4	1910,6	1,000000	0,814044
dlaň_zrych	158,9	71,3	0,814044	1,000000

Legenda: loket_zrych = úhlové zrychlení v loketním kloubu, dlaň_zrych = lineární zrychlení dlaně

Tabulka č. 33 Korelace proměnných – rozsah zevní rotace v ramenním kloubu na dominantní horní končetině a úhlová rychlost v ramenním kloubu do rotace při útočném úderu

Proměnná	Korelace Označ. korelace jsou významné na hlad. $p < 0,05$, $p = 0,0386$ N=7			
	Průměry	Sm.odchylka	ZR PHK úder	úhl.rychlost rameno
ZR PHK úder	64,3	10,6	1,000000	0,779965
úhl.rychlost rameno	26,4	10,1	0,779965	1,000000

Legenda: ZR_PHK_úder = maximální zevní rotace v ramenním kloubu na pravé horní končetině při úderu, úhl.rychlost_rameno = úhlová rychlost v ramenním kloubu při úderu

Tabulka č.34 Korelace proměnných – rozsah zevní rotace v ramenním kloubu na dominantní horní končetině a úhlové zrychlení v ramenním kloubu do rotace při útočném úderu

Proměnná	Korelace Označ. korelace jsou významné na hlad. $p < 0,05$, $p = 0,0081$ N=7			
	Průměry	Sm.odchylka	ZR PHK	úhl.zrychlení rameno
ZR PHK úder	64,3	10,6	1,000000	0,884804
úhl.zrychlení rameno	1591,6	759,7	0,884804	1,000000

Legenda: ZR_PHK_úder = maximální zevní rotace v ramenním kloubu na pravé horní končetině při úderu, úhl.zrychlení_rameno = úhlové zrychlení v ramenním kloubu při úderu

Z těchto naměřených výsledků vidíme, že velikost úhlové rychlosti a zrychlení v ramenním kloubu závisí na rozsahu zevní rotace v ramenním kloubu během úderu. Tedy čím větší náprah dominantní horní končetiny, tím rychlejší pohyb horní končetiny při úderu. Dále v tabulce č. 31 vidíme závislost úhlové rychlosti a úhlového zrychlení v ramenním kloubu do rotace a v tabulce č.32 závislost lineárního zrychlení dlaně na úhlové zrychlení v loketním kloubu do extenze během úderu.

7. Diskuze

Se zvyšujícími se nároky na specializaci ve sportu již od útlého věku se současně snižuje možnost všeobecného rozvoje pohybových dovedností. Tento rozvoj je závislý na práci jednotlivých trenérů a jejich dostatečných znalostech. Fyzické nároky na lidské tělo se s vývojem sportu stále zvyšují a je kladen velký důraz na rychlost, výbušnost a rychlostní vytrvalost, ale současně na skvělou koordinaci, obratnost a flexibilitu. S těmito nároky se zvyšuje riziko špatného zapojování svalů do těchto úkonů, a to především u sportů s jednostrannou zátěží, jako je například badminton. Dále u overhead sportů (tj. badminton, tenis, volejbal, házená aj.) často dochází k přetěžování pasivních struktur kloubu a vzniku instability glenohumerálního kloubu vlivem opakovaných náprahů při horních úderech (Kirchhoff & Imhoff, 2010). Proto je třeba se více zaměřovat na specifická kompenzační cvičení pro každý sport.

V rámci této diplomové práce jsem se zaměřila na analýzu pohybu horní končetiny a odhalení rizikových faktorů pro úrazy a problémy z přetížení na dominantní horní končetině. Vybrala jsem analýzu útočného úderu tj. smeče, protože při tomto úderu se nejvíce uplatňuje výbušná síla hrající paže a jedná se o nejrychlejší úder v badmintonu. Pro měření byly osloveny pouze závodní hráčky, především proto, že ženy jsou obecně náchylnější k úrazům a k problémům z přetížení pohybového aparátu. Podle některých autorů jsou ženy náchylnější k úrazům, protože mají horší mechanické vlastnosti šlach a v nich menší množství kolagenu (Bjordal et al., 1997; Hewett, 2000; Magnusson et al., 2007).

Během literární rešerše k diplomové práci jsem našla několik výzkumů, které se také zabývají analýzou pohybu v badmintonu. Ve výzkumu s názvem *Kinematical Analysis on the Technology of Overhead Smash between Badminton and Tennis* od autora Bo Zhang z roku 2012 se porovnává útočný úder (smeč) v badmintonu a v tenise. Ve výzkumu byly použity dvě kamery SONY s frekvencí snímání 125 Hz za sekundu. Autor porovnával pohyb z hlediska lineární rychlosti, velikosti úhlu v segmentu a z hlediska úhlové rychlosti v kyčelním, kolenním, loketním kloubu a v zápěstí. Výsledky ukázaly, že v badmintonu dochází k prudkým změnám rychlosti, velikosti úhlů v segmentech a úhlové rychlosti. V tenise zase změny nejsou tak rychlé a pohyb je tedy dle autora více fixovaný a plynulý (Zhang, 2012).

Studie s názvem *Motion Analysis of Arm Movement during Badminton Smash* (autorem je Salim a kol.) z roku 2010 se zabývá analýzou badmintonového úderu smeč a porovnává úder mezi muži a ženami. Pro výzkum byli vybráni amatérští hráči (7 žen a 7 mužů) ve věku mezi 22 a 28 lety. Analýza smeče se soustředila na klouby horní končetiny, tzn. na rameno, loket a zápěstí. Pro měření použili software Qualisys a pět kamer Oqus. Probandi měli za úkol postavit se do smečovací oblasti badmintonového kurtu. Jejich partner jim nahrával míče z podávací oblasti kurtu a následovala série odehraných smečů. Výsledky ukázaly signifikantně větší rychlost úderu u mužů, než u žen. Jako hlavní ukazatel rychlosti smeče se ukázala abdukce v ramenním kloubu a extenze v loketním kloubu u mužů. U žen byl naopak signifikantní rozsah v zápěstí ze supinace do pronace.

Studie *Kinematical Analysis of Forehand and Backhand Smash in Badminton* (autorem je Hussain a Bari) z roku 2011 porovnává forehandovou a backhandovou smeč v badmintonu. Měřené parametry byly: úhel letu míčku, úhel pohybu v ramenním kloubu, úhel pohybu v loketním kloubu, úhel pohybu zápěstí, dále úhlová rychlost v ramenním kloubu, loketním kloubu i v zápěstí, dále se porovnává rychlost letu míčku, výška kontaktu rakety s míčkem při úderu a nakonec úhel hlavy rakety oproti předloktí.

Bohužel autor neudává v jakých směrech se úhly a úhlové rychlosti měřili. Předpokládám, že šlo o flexi. Výzkumu se zúčastnilo šest elitních hráčů badmintonu mužského pohlaví. Výsledky studie ukazují signifikantní rozdíly mezi forehandovou a backhandovou smečí u rychlosti letu míčku, kontaktní výšce rakety s míčkem, úhlem rakety oproti předloktí při úderu, úhlem v zápěstí a úhlovou rychlostí v ramenním a loketním kloubu. Cílem studie bylo poukázat na možnosti zlepšení tréninku při nácvičku backhandové smeče.

Dále bych této kapitole ráda porovнала naměřené hodnoty velikostí maximálního úhlu v ramenním a loketním kloubu, a dále úhlové rychlosti v ramenním a loketním kloubu v badmintonu s jinými overhead sporty, které jsou rovněž rizikové pro dominantní horní končetinu. Bohužel velikosti úhlů nejsou ve všech studiích uvedeny.

Ve studii *Motion analysis of squash backhand drop shot – A kinematic analysis study* z roku 2018 od autora Kim a kol. se měřila rychlost úderu, pohyb rakety a pohyb a úhlovou rychlost v loketním a ramenním kloubu u mužů při backhandovém úderu ve squashi. Porovnávaly se dvě skupiny hráčů: začátečníci a pokročilí. Naměřili úhlovou rychlost 1,95 radiánů za sekundu v ramenním kloubu a 5,36 radiánů za sekundu

v loketním kloubu u pokročilých hráčů. U začátečníků byla naměřena úhlová rychlost 5,94 radiánů za sekundu v loketním kloubu a 2,08 radiánů za sekundu v ramenním kloubu. Dále se porovnávala změna úhlu v jednotlivých kloubech. U ramenního kloubu byla změna o 73,97 stupňů u začátečníků a 64,74 stupňů u pokročilých. V loketním kloubu byla změna úhlu o 61,93 stupňů u začátečníků a 46,78 stupňů u pokročilých.

Dále ve studii *Joint Angle Production during Squash Forehand and Backhand Stroke* od Ariffa a kol. z roku 2012 je prováděna analýza pohybu při forhandovém a backhandovém úderu u hráček squashe. Měřily se změny úhlů v jednotlivých kloubech. U ramenního kloubu byla naměřena vnitřní rotace 0,412 radiánů (23,61°).

U tenisu ve studii *A three-dimensional analysis of the contributions of upper limb joint movements to horizontal racket head velocity at ball impact during tennis serving* od autorů Tanabe a Ito z roku 2007 byla u mužů při podání naměřena úhlová rychlost 41,4 radiánů za sekundu v ramenním kloubu a 3,2 radiánů za sekundu v loketním kloubu. Změny úhlů v ramenním a loketním kloubu nejsou uvedeny.

Ve studii Fleisiga a kol. z roku 2003 s názvem *Kinematics used by world tennis players to produce high-velocity serves* zase byla naměřena úhlová rychlost 42,24 radiánů za sekundu v ramenním kloubu u mužů a u žen 23,91 radiánů za sekundu. Změny velikosti úhlů v ramenním a loketním kloubu nejsou uvedeny.

Ve studii s názvem *Kinematic Comparison of Team Handball Throwing with Two Different Arm Positions* (Wagner a kol.) z roku 2010 se porovnávaly dva typy hodů v házené u mužů pomocí kinematické analýzy. Byla naměřena úhlová rychlost 45,2 radiánů za sekundu v ramenním kloubu a 23,5 radiánů za sekundu v loketním kloubu. Autor dále udává pouze maximální zevní rotaci v ramenním kloubu a to je 62 stupňů.

V další studii *Gender differences in the kinematics and ball velocity of overarm throwing in elite team handball players* (autoři: Tillaar a Cabri) z roku 2012 se porovnávala kinematická analýza hodu v házené mezi muži a ženami. Byla naměřena úhlová rychlost v rameni o průměrné velikosti 45,2 radiánů za sekundu u mužů a 49,1 radiánů za sekundu u žen. V loketním kloubu byla naměřená úhlová rychlost do extenze o průměrné velikosti 23,5 radiánů za sekundu u mužů a 23,6 radiánů za sekundu u žen. V této studii autor udává naopak pouze rozsah maximální vnitřní rotace v ramenním kloubu, která dosahovala průměrně 102,7 stupňů.

Jako poslední sport pro porovnání výsledků jsem vybrala volejbal. Našla jsem dvě studie, které uvádějí velikost úhlových rychlostí na dominantní horní končetině. Bohužel ani jedna studie neudává změnu velikosti úhlů v ramenním a loketním kloubu.

Nejdříve studie *A Three-Dimensional Analysis of the Volleyball One-Foot Jump Spike* autora Huang a kol. z roku 2014, ve které je zmíněná úhlová rychlost v ramenním kloubu u hráček volejbalu a dosahuje průměrné hodnoty 16,63 radiánů za sekundu při smeči. V loketním kloubu bylo naměřeno 33,27 radiánů za sekundu.

Ve druhé studii *Spike jump biomechanics in male versus female elite volleyball players* od autora Fuchse a kol. z roku 2019 byla naměřena průměrná hodnota úhlové rychlosti v ramenním kloubu při smeči u hráčů volejbalu na 15,36 radiánů za sekundu u mužů a 14,66 radiánů za sekundu u žen.

Při porovnání hodnot můžeme říct, že v badmintonu hráčky musí dosáhnout velké úhlové rychlosti v loketním kloubu do extenze oproti jiným overhead sportům. Hráčky badmintonu dosahují i docela velké úhlové rychlosti v ramenním kloubu, ale větší hodnoty jsou naměřeny v tenise a v házené. Pro porovnání rozsahu pohybu v ramenním a loketním kloubu při úderu u jednotlivých overhead sportů, jsem bohužel nenašla dostatečné množství dat.

V rámci méj experimentální práce jsem se snažila eliminovat všechny bariéry spojené s testováním a měřením. Testování bylo prováděno v badmintonové hale na kurtu. Tedy v prostředí, ve kterém jsou hráčky zvyklé trénovat a hrát zápasy. Tím jsem chtěla docílit, aby i jejich pohyb při úderu byl, co nejvíce přirozený a odpovídající jejich hráčským schopnostem.

Abych předešla negativním emocím, celý výzkum i jednotlivé pohybové úkony byly dostatečně vysvětleny a názorně ukázány. Před schůzkou obdržely všechny hráčky informace ohledně výzkumu a měření. Před samotným měřením jsem každé hráčce vysvětlila, jaké pohyby a údery budeme měřit, a jak funguje přístroj, který k tomu použijeme.

Data byla získána pomocí přístroje XSens MVN, jehož frekvence snímání pohybu byla 240 Hz. Měřila jsem nejdříve rozsah aktivního pohybu do zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu na dominantní (pravé), a poté i na nedominantní (levé) horní končetině. Dále jsem měřila pohyb horní končetiny při útočném úderu. Při vyhodnocení jsem se soustředila na hodnoty velikosti úhlů do zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu a na velikost extenze v loketním kloubu. V těchto směrech se totiž hráčky dostávaly do krajních poloh, u ostatních směrů nebyla velikost úhlu signifikantní. Hráčky vždy odehrávaly dvě série pěti za sebou jdoucích míčů. Z těchto deseti úderů

jsem poté vybrala jeden modelový úder, při kterém hráčka dosahovala, co nejvyšších hodnot pro všechny zkoumané parametry.

V kapitole *Výsledky* jsou popsány naměřené hodnoty rotací v ramenním kloubu při vyšetření aktivního pohybu a během úderu, dále extenze v loketním kloubu a úhlové rychlosti v těchto kloubech během útočného úderu u jednotlivých hráček. Je vidět, že u každé hráčky se uplatňuje individuální herní styl, proto se rozsahy pohybu i úhlové rychlosti liší. Můžeme ale zhodnotit pár vybraných ukazatelů. Při zpracování výsledků se ukázalo, že u pěti ze sedmi hráček byla naměřena menší vnitřní rotace v ramenním kloubu (při testování aktivního pohybu) na dominantní, než na nedominantní horní končetině. Naopak u čtyř ze sedmi hráček byla naměřena větší zevní rotace v ramenním kloubu (při testování aktivního pohybu) na dominantní než na nedominantní horní končetině. Tento jev bývá typický pro všechny overhead sporty (viz. kapitola 1.6.1 Úrazy ramenního kloubu v badmintonu).

Při analýze pohybu během útočného úderu výsledky ukázaly, že se většina hráček (kromě jedné) nedostala do krajní zevní rotace v ramenním kloubu, tzn. nevyčerpala plný rozsah jejich zevní rotace. Naopak se hráčky spíše dostávaly do krajní vnitřní rotace, přestože výsledky nebyly (pro malý vzorek probandů) signifikantní. Analýza pohybu v loketním kloubu ukázala, že se hráčky dostávají téměř do nulové extenze, tedy dalo by se říci do plného rozsahu. U třech hráček došlo dokonce k hyperextenzi v loketním kloubu, z toho u jedné z nich k výrazné hyperextenzi (-17,7 stupňů), s čímž může souviset i naměřená velká úhlová rychlost a zrychlení v loketním kloubu během úderu.

Dále byla naměřena u většiny hráček (kromě jedné) větší úhlová rychlost v loketním kloubu, než v ramenním kloubu.

Dalo by se tedy očekávat, že u závodních hráček badmintonu dochází ke svalové dysbalanci rotátorů ramenního kloubu na dominantní horní končetině vlivem jednostranné a repetitivní zátěže. Tato dysbalance by mohla vést i ke vzniku posterosuperiorního, nebo anterosuperiorního impingement syndromu (viz. kapitola 1.6.1 Úrazy ramenního kloubu v badmintonu). Dále jsme zjistili, že rizikovým pohybem při útočném úderu je extenze v loketním kloubu, kdy může dojít až k hyperextenzi u hypermobilních jedinců a dochází zde k zatížení vlivem velké úhlové rychlosti v loketním kloubu během úderu.

Vzhledem k těmto výsledkům si dovoluji upozornit na nutnost kompenzačních cvičení pro závodní hráčky badmintonu zaměřených na dominantní horní končetinu. Především u hypermobilních jedinců je třeba pracovat na snížení svalové dysbalance rotátorové manžety ramenního kloubu a zlepšení stabilizace ramenního i loketního kloubu.

Stanovila jsem si několik cílů a hypotéz pro praktickou část práce, ke kterým bych se nyní chtěla vyjádřit. Přes malý počet probandek jsem provedla statistické hodnocení platnosti hypotéz.

H1: Rozsah zevní rotace v ramenním kloubu bude na dominantní horní končetině větší, než na nedominantní horní končetině.

Mezi pravou a levou horní končetinou nebyl naměřen signifikantní rozdíl zevní rotace v ramenním kloubu, proto je tato hypotéza vyvrácena.

H2: Rozsah vnitřní rotace v ramenním kloubu bude na dominantní horní končetině menší, než na nedominantní horní končetině.

Průměrná hodnota rozsahu vnitřní rotace v ramenním kloubu na dominantní končetině je sice menší než na nedominantní, ovšem provedený t - test udává tento rozdíl jako nesignifikantní. Tato hypotéza je tedy rovněž vyvrácena.

H3: Během útočného úderu (tzv. smeč) se dostane hráčka do krajní polohy do vnější rotace v ramenním kloubu.

T-test prokázal signifikantní rozdíl mezi zevní rotací v ramenním kloubu při aktivním pohybu a při úderu, proto je tato hypotéza také vyvrácena.

H4: Během útočného úderu (tzv. smeč) se dostane hráčka do krajní polohy do vnitřní rotace v ramenním kloubu.

Mezi aktivní vnitřní rotací v ramenním kloubu a vnitřní rotací v ramenním kloubu při úderu nebyl naměřen signifikantní rozdíl, proto můžeme tuto hypotézu potvrdit. Hráčky se tedy statisticky dostávají do krajní vnitřní rotace v ramenním kloubu při úderu.

H5: Během útočného úderu (tzv. smeč) se extenze v loketním kloubu dostane do nulové pozice.

Extenze v loketním kloubu během úderu byla porovnána t-testem s konstantou hodnoty 0 a nebyl naměřen signifikantní rozdíl. Tato hypotéza je tedy potvrzena.

Celkově se potvrdily dvě hypotézy a tři hypotézy byly vyvráceny. Velkou limitou pro statistické zpracování a i celkově pro studii je to, že byl použit malý výzkumný vzorek. Druhá hypotéza byla vyvrácena i přesto, že průměrné hodnoty dvou porovnávaných proměnných byly rozdílné, což je právě důsledek malého vzorku probandů.

Pokud by se podobná studie opakovala, určitě by bylo potřeba sehnat více hráček, případně i hráčů. U větších výzkumů je třeba spolupracovat více s trenéry, kteří by své hráče do výzkumu přihlásili. Bohužel u našeho výzkumu nebyl moc velký zájem ze strany hráček, dále tři hráčky musely odstoupit ze zdravotních a jiných důvodů, čímž se počet probandů ještě více snížil. Snažila jsem se o to, aby vybrané testované hráčky tvořily homogenní stejnorodý vzorek. Jednalo se o závodní hráčky umístěné do stejného místa v celonárodním žebříčku ve věku od 16 do 40 let.

Další limitou studie je různorodost naměřených dat u jednotlivých hráček. Důvodem je individuální styl provedení útočného úderu, na který mají vliv i jiné metodické přístupy, kterými jsou hráčky ovlivněny. Byly osloveny hráčky z různých badmintonových oddílů, tudíž v každém oddílu jsou podmínky a přístupy trenérů k hráčům a k metodice úderů trochu jiné. Například někde může být kladen důraz na rotační pohyb ramenního kloubu při horním úderu a jinde zase na plné propnutí loketního kloubu.

Limitou může být i chybovost měření pomocí přístroje Xsens. Tento přístroj není tolik rozšířen a neexistuje mnoho studií, které hodnotí pohyb pomocí Xsens.

Za přínos studie považuji vytvoření nástinu pro další zkoumání rizikových faktorů pro dominantní horní končetinu s větším vzorkem probandů. Ukázaly se nám jisté souvislosti s velikostí úhlů s úhlovou rychlostí v kloubech horní končetiny při útočném úderu. Tato studie může přispět i k sestavení kompenzačních cvičení zaměřených na horní končetiny a snížit tím riziko úrazů u hráček badmintonu. Badminton patří do skupiny overhead sportů a podle studie Kirchhoffa a Imhoffa z roku 2010 se u mladších overhead sportovců často objevuje vnitřní impigement syndrom, který je spojen se zvýšenou laxicitou struktur ramenního kloubu až instabilitou glenohumerálního kloubu při abdukčně zevněrotačních manévrech (Kirchhoff & Imhoff, 2010). V dalších studiích autoři udávají, že incidence úrazů v badmintonu nezávisí na pohlaví, ale pohlaví může ovlivňovat druh zranění. U žen je například vyšší výskyt bolestí ramenního kloubu, než u mužů (Fahlstrom, Sodermann; 2007)

(Fahlstrom a kol., 2006). Ženy jsou také podle některých autorů náchylnější k úrazům, protože mají horší mechanické vlastnosti šlach a v nich menší množství kolagenu (Bjordal et al., 1997; Hewett, 2000; Magnusson et al., 2007).

Dalším přínosem je i použití přístroje Xsens, který pro analýzu pohybu není tolik rozšířen a mohl by se v budoucnu více využívat pro podobné výzkumy.

Cíle diplomové práce byly splněny a vyjádření k hypotézám je uvedeno výše. Předpokládáme na základě výsledků, že rizikovým pohybem je pohyb ramenního kloubu ze zevní do vnitřní rotace, a proto je možný vznik dysbalance rotátorů v ramenním kloubu, dále může být rizikovým pohybem prudká extenze loketního kloubu.

8. Závěr

Tato práce se zabývá analýzou horní končetiny během útočného úderu u závodních hráček badmintonu. Práce se skládá z teoretické a z praktické části. Teoretická část se zabývá popisem badmintonu jako vrcholového sportu, jeho specificitou a rozmanitostí z hlediska pohybu a zátěže. Dále popisuje pohyb hráče při úderu v zadní části kurtu a pohyb hrající paže při horním útočném úderu. Další kapitola popisuje anatomii a kineziologii horní končetiny a poslední část se zabývá hodnocením a analýzou pohybu především pomocí 3D kinematické analýzy a jejím využitím ve sportu.

Praktická část se zabývá testováním a analýzou pohybu pomocí systému X-sens. Nejdříve bylo provedeno testování aktivní vnitřní a zevní rotace v ramenním kloubu, a poté byla provedena analýza pohybu dominantní horní končetiny při útočném úderu. Výzkumu se zúčastnilo 7 dospělých závodních hráček badmintonu.

Cílem práce bylo odhalit rizikové faktory, kterým se vystavuje dominantní horní končetina při horních úderech a poukázat na vhodné kompenzační cvičení, aby se předešlo vzniku úrazů a problémům z přetížení měkkých tkání v oblasti horní končetiny. Dále jsem chtěla porovnat naměřené výsledky s ostatními overhead sporty, jako je například tenis, házená a další.

Výsledky ukázaly, že stejně jako u jiných overhead sportů v badmintonu dochází k dysbalanci rotátorů ramenního kloubu. Byla naměřena omezená vnitřní rotace na dominantní horní končetině. Dále se ukázalo, že rizikovým pohybem je extenze v loketním kloubu, při které může dojít u hypermobilních jedinců až v hyperextenzi a je zde vyvinuta velká úhlová rychlost při útočném úderu.

Na začátku bylo vytyčeno pět hypotéz, z toho dvě byly potvrzeny a tři vyvráceny. Potvrdilo se, že se loketní kloub při útočném úderu u hráček průměrně dostává do nulové extenze. Dále se potvrdilo, že se ramenní kloub při úderu dostává průměrně do maximální vnitřní rotace. Naopak bylo vyvráceno, že se ramenní kloub při útočném úderu dostává do maximální zevní rotace. Dále bylo vyvráceno, že hráčky mají menší vnitřní rotaci v ramenním kloubu na dominantní horní končetině, než na nedominantní. Tento rozdíl byl brán při statistickém vyhodnocení jako nesignifikantní, přesto že průměrné hodnoty se lišily. A jako poslední bylo vyvráceno, že zevní rotace v ramenním kloubu na dominantní horní končetině bude větší než na nedominantní. Zde také nebyl rozdíl signifikantní.

Při srovnání badmintonu s jinými overhead sporty vyšlo, že v badmintonu musejí hráči i hráčky vyvinout velkou úhlovou rychlost v loketním kloubu oproti jiným sportům. U ramenního kloubu byla naměřena vyšší úhlová rychlost u tenisu a házené, naopak menší úhlová rychlost byla naměřena u squashe a volejbalu.

Tato práce poukázala na rizikové faktory jednostranné repetitivní zátěže v badmintonu na dominantní horní končetině. Při sestavení vhodných kompenzačních cvičení pro závodní hráčky badmintonu je tedy třeba ovlivňovat dysbalanci svalů v ramenním kloubu a více stabilizovat loketní kloub.

9. Seznam použité literatury:

1. ARIFF, Fadiyah Hirza Mohammad, Noor Azuan Abu OSMAN a Juliana USMAN. Joint Angle Production during Squash Forehand and Backhand Stroke. *Annual Conference of Biomechanics in Sports – Melbourne*. 2012, **30**, 264 - 266.
2. BÁŠA, Petr. Badminton - technika, taktika, trenink. (Překlad ze zahraniční literatury), 1998.
3. BELLING SØRENSEN A. K., & U. JØRGENSEN. Secondary impingement in the shoulder. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2000, 10(5), 266-278.
4. BENEŠ, Josef R. *Badminton: základní programový materiál*. Praha: Sportpropag, 1986a
5. BENEŠ, Josef R. *Badminton: biomechanika*. Praha: Sportpropag, 1986b
6. BJORDAL JM, ARNLY F, HANNESTAD B, STRAND T. Epidemiology of anterior cruciate ligament injuries in soccer. *Am J Sports Med* 1997; 25: 341–345.
7. ČIHÁK Radomír. *Anatomie 1*. Druhé, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada, 2001. ISBN 80-7169-970-5.
8. COUPPÉ, C., K. THORBORG, M. HANSEN, et al. Shoulder rotational profiles in young healthy elite female and male badminton players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2014, **24**, 122 - 128. DOI: 0.1111/j.1600-0838.2012.01480.x.
9. FAHLSTROM, M a K SODERMAN. Decreased shoulder function and pain common in recreational badminton players. *Scand J Med Sci Sports* [online]. 2007, **17**, 246 - 251 [cit. 2019-12-21].
10. FAHLSTROM M, J S YEAP, H ALFREDSON a K SODERMAN. Shoulder pain – a common problem in world-class badminton players. *Scand J Med Sci Sports* [online]. 2006, 16, 168 – 173 [cit. 2019-12-21].
11. FAHLSTRÖM, M a K SODERMANN. Decreased shoulder function and pain common in recreational badminton players. *Scand J Med Sci Sports*. 2007, **17**, 246 - 251.

12. FERNANDEZ, Jaime, Alejandro LOPEZ-VALENCIANO, Juan DEL COSO, et al. The effects of playing two consecutive matches in the shoulder rotational profiles of elite youth badminton players. *Physical Therapy in Sport*. 2019, **35**, 56 - 62.
13. FLEISIG GS, Nicholls R, Elliot B et al. Kinematics used by world class tennis players to reduce high-velocity serves. *Sports Biomech*. 2003, 2, 51 – 64.
14. GAROFALO R., KARLSSON J., Nordenson U., Cesari E., Conti M., & Castagna A. Anterior-superior internal impingement of the shoulder: An evidence-based review. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*. 2010, 18(12), 1688-1693.
15. HERBAUT, A, J DELANNOY a L FOISSAC. Injuries in French and Chinese regular badminton players. *Science & Sports* [online]. 2018, 33(3), 145 - 151 [cit.2019-12-21]. Dostupné z: https://kopernio.com/viewer?doi=10.1016/j.scispo.2018.02.001&token=WzExNjQwNzYsIjEwLjEwMTYvai5zY2lzcG8uMjAxOC4wMi4wMDEiXQ.JZhvSPjA fSH5IOerYpJjQ_8Lm60
16. Hewett TE. Neuromuscular and hormonal factors associated with knee injuries in female athletes. Strategies for intervention. *Sports Med*. 2000, 29.
17. HUANG, Chenfu, Gin-Chang LIU a Tai-Yen SHEU. A Three-Dimensional Analysis of the Volleyball One-Foot Jump Spike. National Taiwan Normal University. 2014, 196 – 199.
18. HUSSAIN, Ikram a Mohd.Arshad BARI. Kinematical Analysis of Forehand and Backhand Smash in Badminton. *Innovative Systems Design and Engineering*. 2011, **2**(7), 20-26.
19. JANDAČKA, Daniel. Kinetická analýza lidského pohybu. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2011. ISBN 978-80-7464-103-9.
20. JANURA, Miroslav a František Zahálka. *Kinematická analýza pohybu člověka*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2004. ISBN 80-244-0930-5.
21. JØRGENSEN U, WINGE S. *Epidemiology of badminton injuries*. *Int J Sports Med* 1987; 8:379-82.
22. KIM, Seoung Eun, Seung Nam MIN a Murali SUBRAMANIYAM. Motion analysis of squash backhand drop shot – A kinematic analysis study. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [online]. 2018, **402** [cit.

- 2020-03-05]. Dostupné z: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/402/1/012052>
23. KIRCHHOFF Ch., & A.B. IMHOFF (2010). Posterosuperior and anterosuperior impingement of the shoulder in overhead athletes - evolving concepts. *International orthopaedics*, 34(7), 1049-1058.
 24. KOLÁŘ, Pavel. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, c2009. ISBN 978-80-7262-657-1.
 25. LADERMANN, A., S. CHAGUÉ, F.C. KOLO a C. CHARBONNIER. Kinematics of the shoulder joint in tennis players. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2014, 19(1), 56 - 63.
 26. LAFFAYE, PHOMSOUPHA. The Science of Badminton. *Sports Medicine*. 2015, 45(4), 473–495.
 27. LEWIT, Karel. *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně*. 5. přeprac. vyd. Praha: Sdělovací technika ve spolupráci s Českou lékařskou společností J.E. Purkyně, c2003. ISBN 80-86645-04-5.
 28. MAGNUSSON SP, LANGBERG H, KJAER M. The pathogenesis of tendinopathy: balancing the response to loading. *Nat Rev Rheumatol*. 2010, 6, 262–268.
 29. MENDREK, Tomasz. *Badminton*. Praha: Grada, 2003. ISBN 80-247-0578-8.
 30. MICHALÍČEK, P., & J. VACEK (2014). Rameno v kostce – I. část. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 21(3), 151-162.
 31. *MVN User manual – XSens 3D motion tracking* [online]. Netherlands, 2016 [cit. 2019-06-07]. Dostupné z: <https://www.xsens.com/support/>
 32. NEDĚLOVÁ, Hana. *Evaluaace tenisového forhendu pomocí povrchové elektromyografie*. Praha, 2010. Diplomová práce. Univerzita Karlova vPraze, Fakulta tělesné výchovy asportu. Vedoucí práce Tomáš Kočib.
 33. Pravidla badmintonu: Platná od 1. června 2006. *Český badmintonový svaz* [online]. Praha, 2013 [cit. 2019-11-3]. Dostupné z: <https://czechbadminton.cz/pravidla>
 34. SALIM, M.S., H.N. LIM, M.S.M. SALIM a M.Y. BAHARUDDIN. Motion Analysis of Arm Movement during Badminton Smash. *2010 IEEE EMBS Conference on Biomedical Engineering & Sciences (IECBES 2010)* [online]. 2010, , 111-114 [cit. 2019-09-07]. Dostupné z: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5742210>

35. SHARIFF, A, J GEORGE a A RAMLAN. *Musculoskeletal injuries among Malaysian badminton players* [online]. 2009, **50**(11), 1095 - 1097 [cit. 2019-12-21].
36. TILLAAR, Roland a Jan CABRI. Gender differences in the kinematics and ball velocity of overarm throwing in elite team handball players. *Journal of Sports Sciences*. 2012, **30**(8), 807 - 813.
37. TONG C. W. C., HO H. C. L., & CHAN K.-M. (2003). Shoulder impingement and rotator cuff disorders in the athletic shoulder. *International sports medicine journal*, 4(2), 1-10.
38. VÉLE, František. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2., rozš. a přeprac. vyd. Praha: Triton, 2006, 375 s. ISBN 80-725-4837-9.
39. VÍTKOVÁ, Markéta. *Analýza okamžitého vlivu kinesiotaingu na horní končetiny při pádu do kliku v gymnastickém aerobiku* [online]. Praha, 2019 [cit. 2019-12-07]. Diplomová práce. FTVS UK Praha. Vedoucí práce Doc. Ing. Monika Šorfová, Ph.D.
40. WAGNER, Herbert, Michael BUCHECKER, Serge P. DUVILLARD a Erich MULLER. Kinematic Comparison of Team Handball Throwing with Two Different Arm Positions. *International Journal of Sports Physiology*. 2010, **5**, 469 - 483. DOI: 10.1123/ijsp.5.4.469.
41. WANG SH, TY YU, YC LIN, PC LIAO, WC TSAI. Deformation of coracoacromial ligament during overhead movement as an early indicator of subacromial impingement in elite adolescent badminton players, *Physician and Sportsmedicine*, 2019, **47** (3), 427 – 432.
42. WOODWARD, Mike. *Vzdělávání badmintonových trenérů: trenérská příručka: úroveň 1*. Přeložil Pavel FLORIÁN. Praha: Mladá fronta, 2016. ISBN 9788020436405.
43. *Xsens 3D Motion Tracking* [online]. Netherlands, 2016 [cit. 2019-06-16]. Dostupné z: <https://www.xsens.com/>
44. ZHANG, Bo. Kinematical Analysis on the Technology of Overhead Smash between Badminton and Tennis. *Trans Tech Publications*. 2012, , 158 - 161. DOI:10.4028/www.scientific.net/AMM.117-119.158.

10. Seznam obrázků

1. Obrázek č. 1: Schéma badmintonového kurtu
(www.czechbadminton.cz/pravidla, 2019).....14
2. Obrázek č. 2: Svaly v oblasti pletence ramenního (Véle, 2006).....22
3. Obrázek č. 3: Připojení bezdrátového systému Xsens a zadání antropometrických hodnot (Xsens 3D Motion Tracking, 2016).....38

11. Seznam tabulek

1. Tabulka č.1: Uložení trackerů pro snímání pohybu (Vítková, 2019).....	38
2. Tabulka č.2 : Maximální zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu na pravé a levé horní končetině u probanda č. 1.....	41
3. Tabulka č.3: Maximální zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu při útočném úderu, dále maximální úhlová rychlost v ramenním kloubu při útočném úderu u probanda č.1.....	41
4. Tabulka č.4: Maximální extenze v loketním kloubu, dále maximální úhlová rychlost v loketním kloubu u probanda č. 1.....	42
5. Tabulka č.5 : Maximální zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu na pravé a levé horní končetině u probanda č. 2.....	42
6. Tabulka č.6: Maximální zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu při útočném úderu, dále maximální úhlová rychlost v ramenním kloubu při útočném úderu u probanda č.2.....	43
7. Tabulka č.7: Maximální extenze v loketním kloubu, dále maximální úhlová rychlost v loketním kloubu u probanda č. 2.....	43
8. Tabulka č.8 : Maximální zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu na pravé a levé horní končetině u probanda č. 3.....	44
9. Tabulka č.9: Maximální zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu při útočném úderu, dále maximální úhlová rychlost v ramenním kloubu při útočném úderu u probanda č.3.....	44
10. Tabulka č.10: Maximální extenze v loketním kloubu, dále maximální úhlová rychlost v loketním kloubu u probanda č. 3.....	45
11. Tabulka č.11 : Maximální zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu na pravé a levé horní končetině u probanda č. 4.....	45
12. Tabulka č.12: Maximální zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu při útočném úderu, dále maximální úhlová rychlost v ramenním kloubu při útočném úderu u probanda č.4.....	46
13. Tabulka č.13: Maximální extenze v loketním kloubu, dále maximální úhlová rychlost v loketním kloubu u probanda č. 4.....	46
14. Tabulka č.14 : Maximální zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu na pravé a levé horní končetině u probanda č. 5.....	47

15. Tabulka č.15: Maximální zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu při útočném úderu, dále maximální úhlová rychlost v ramenním kloubu při útočném úderu u probanda č.5.....	47
16. Tabulka č.16: Maximální extenze v loketním kloubu, dále maximální úhlová rychlost v loketním kloubu u probanda č. 5.....	48
17. Tabulka č.17 : Maximální zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu na pravé a levé horní končetině u probanda č. 6.....	48
18. Tabulka č.18: Maximální zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu při útočném úderu, dále maximální úhlová rychlost v ramenním kloubu při útočném úderu u probanda č.6.....	49
19. Tabulka č.19: Maximální extenze v loketním kloubu, dále maximální úhlová rychlost v loketním kloubu u probanda č. 6.....	49
20. Tabulka č.20 : Maximální zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu na pravé a levé horní končetině u probanda č. 7.....	50
21. Tabulka č.21: Maximální zevní a vnitřní rotace v ramenním kloubu při útočném úderu, dále maximální úhlová rychlost v ramenním kloubu při útočném úderu u probanda č.7.....	50
22. Tabulka č.22: Maximální extenze v loketním kloubu, dále maximální úhlová rychlost v loketním kloubu u probanda č. 7.....	51
23. Tabulka č.23: Popisná statistika proměnných.....	52
24. Tabulka č.24: Porovnání rozdílu mezi zevní rotací v ramenním kloubu na dominantní a nedominantní horní končetině.....	53
25. Tabulka č.25: Porovnání rozdílu mezi vnitřní rotací v ramenním kloubu na dominantní a nedominantní horní končetině.....	53
26. Tabulka č.26: Porovnání rozdílu zevní rotace v ramenním kloubu mezi změřeným aktivním pohybem a rozsahem během útočného úderu.....	54
27. Tabulka č.27: Porovnání rozdílu vnitřní rotace v ramenním kloubu mezi změřeným aktivním pohybem a rozsahem během útočného úderu.....	54
28. Tabulka č.28: Porovnání rozsahu do extenze v loketním kloubu při útočném úderu s konstantou hodnoty 0.....	55
29. Tabulka č.29: Hodnoty pro úhlové zrychlení v ramenním a loketním kloubu, a dále pro lineární rychlost a zrychlení dlaně během útočného úderu u jednotlivých hráček.....	56

30. Tabulka č.30: Popisná statistika pro proměnné – úhlové zrychlení do rotace v ramenním kloubu, úhlové zrychlení do extenze v loketním kloubu, lineární rychlost zrychlení dlaně při útočném úderu.....	56
31. Tabulka č.31: Korelace proměnných – úhlová rychlost dorotace v ramenním kloubu a úhlové zrychlení do rotace v ramenním kloubu při útočném úderu.....	57
32. Tabulka č.32: Korelace proměnných – úhlové zrychlení v loketním kloubu a lineární zrychlení dlaně při útočném úderu.....	57
33. Tabulka č.33: Korelace proměnných – rozsah zevní rotace v ramenním kloubu na dominantní horní končetině a úhlová rychlost v ramenním kloubu do rotace při útočném úderu.....	57
34. Tabulka č.34: Korelace proměnných – rozsah zevní rotace v ramenním kloubu na dominantní horní končetině a úhlové zrychlení v ramenním kloubu do rotace při útočném úderu.....	57

12. Přílohy

Seznam příloh:

Příloha č.1 – Vyjádření etické komise UK FTVS

Příloha č.2 – Informovaný souhlas pro zletilé

Příloha č.3 – Informovaný souhlas pro nezletilé

Příloha č.1 – Vyjádření etické komise UK FTVS

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

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Testování rozsahů pohybu v ramenním kloubu u hráčů badmintonu

Forma projektu: výzkumná práce - diplomová práce

Období realizace: říjen 2019- duben 2020

Předkladatel: Bc. Lucie Prausová, UK FTVS katedra fyzioterapie

Hlavní řešitel: Bc. Lucie Prausová, UK FTVS katedra fyzioterapie

Místo výzkumu (pracoviště): UK FTVS, Biomechanická laboratoř

Vedoucí práce (v případě studentské práce): doc. Ing. Monika Šorfová, PhD.

Popis projektu: Diplomová práce se bude zabývat měřením rozsahů v ramenním kloubu a analýzou badmintonového úderu směr pomocí 3D kinematické analýzy přístrojem X-sens. Jedná se o neinvazivní metodu měření. Účastníkům se nejprve připevní několik senzorů na povrch těla pomocí pásků, nebo pomocí speciálního obleku X-sens. Dále budou účastníci provádět jednoduché pohyby, a poté provedou několikrát po sobě na místě úder směr s raketou v dominantní (hrající) horní končetině. Hlavními sledovanými parametry budou rozsahy v ramenním kloubu a rychlost úhlového pohybu při úderu směr. Cílem práce bude porovnání výsledků jednotlivých rozsahů mezi dominantní a nedominantní horní končetinou a mezi muži a ženami. Dále se bude porovnávat rozsah v ramenním kloubu při úderu směr s naměřeným klinickým maximálním rozsahem pohybu v ramenním kloubu. Jedná se o měření standardně vyšetřovaných pohybů v ramenním kloubu do vnitřní a vnější rotace a dále o standardní badmintonový úder odehraný na kurtu přes síť. Bude se jednat o observační průřezovou studii, tudíž bude provedeno pouze jedno měření s každým účastníkem. Všichni účastníci budou podrobně seznámeni s průběhem výzkumu a před zahájením podepíší informovaný souhlas.

Charakteristika účastníků výzkumu: Výzkumný soubor bude tvořit 15 - 20 účastníků ve věku v rozmezí 16 - 45 let. Výzkumný soubor bude dále rozdělen na rovnoměrný počet mužů a žen. Požadovaným parametrem pro výběr do souboru je členství v badmintonovém oddílu a účast na oficiálních turnajích s umístěním v žebříčku GP na stránkách Českého badmintonového svazu do stejného místa včetně. Dalším požadovaným parametrem je hráčská historie alespoň pět let. Účastníci mají zdravotní prohlídku. Kontraindikací pro výzkum bude jakýkoliv akutní onemocnění, jakákoliv patologie v ramenním kloubu, a to v období tří let před provedeným měřením a rekonvalescence po onemocnění či úrazu. Účastníci budou vybráni řešitelem na základě anamnestických údajů.

Zajištění bezpečnosti: Veškeré metody využité pro sběr dat jsou neinvazivní. Během výzkumu budou zajištěny optimální podmínky prostředí a zajištěna adekvátní příprava účastníků. Účastníci budou o vzniku rizik řádně informováni a jejich minimalizace bude zajištěna odborným dohledem doc. Ing. Moniky Šorfové, PhD. a odborným zacházením s přístroji. Pro snížení rizika úrazu a pro lepší průběh měření bude provedena s každým účastníkem edukace pohybů pro měření a rozvíjení horních končetin. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu.

Etické aspekty výzkumu: Výzkum zahrnuje vulnerabilní skupinu nezletilých i zletilých osob (od 16 let výše), protože chceme dokázat vliv jednostranné zátěže na ramenní kloub a poukázat na dysbalanci, která vzniká při repetitivní jednostranné zátěži a navrhnout nutnost kompenzačního cvičení v tomto sportu.

Získaná data budou zpracovávána a bezpečně uchována v anonymní podobě a publikována v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Neanonymizované údaje bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru. Anonymizace osobních dat bude provedena do jednoho dne po testování. Po anonymizaci budou bezprostředně osobní data smazána.

Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním/rozmazáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. Neanonymizované fotografie budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru. Neanonymizované fotografie budou bezprostředně po skončení výzkumu smazány.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Text informovaného souhlasu: příložen

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 brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně.

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

V Praze dne: 14. 10. 2019

Podpis předkladatele:

Prausová

Vyjádření Etické komise UK FTVS

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

Členové: prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

doc. MUDr. Jan Heller, CSc.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

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

dne:

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

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise.

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6
razítko UK FTVS 20 –

HK 10-2
podpis předsedkyně EK UK FTVS

INFORMOVANÝ SOUHLAS pro zletilé

Vážený pane, vážená paní,
v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, zákonem č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (*jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicině č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné*), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu v rámci diplomové práce s názvem Analýza pohybu horní končetiny při útočném úderu u závodních hráček badmintonu prováděné na Univerzitě Karlově Fakultě tělesné výchovy a sportu v Biomechanické laboratoři.

Cílem diplomové práce je porovnat rozsahy pohybu v ramenním kloubu mezi dominantní a nedominantní horní končetinou. Dále porovnat rozsahy v ramenním kloubu mezi muži a ženami. Nakonec provést analýzu úderu smeeče a opět porovnat mezi muži a ženami, a také porovnat analýzu s klinicky měřenými hodnotami rozsahu pohybu v ramenním kloubu. Metodou pro sběr dat bude 3D kinematická analýza za pomoci přístroje X-sens. Jedná se o neinvazivní metodu měření aplikované pomocí přístroje X-sens. Nejprve Vám připevním několik senzorů na povrch těla pomocí pásků, nebo pomocí speciálního obleku X-sens. Budete nejdříve provádět jednoduché pohyby, a poté provedou několikrát po sobě na místě úder smeeč s raketou v dominantní (hrající) horní končetině. Jedná se o měření standartně vyšetřovaných pohybů v ramenním kloubu do vnitřní a vnější rotace a dále o standartní badmintonový úder odehraný na kurtu přes síť. Jedná se o jednorázové měření. Měření se účastníte pouze v jednom termínu předem domluveném.

Abychom předešli chybám v měření bude s Vámi nejprve provedena edukace pohybů, které budeme chtít následně změřit přístrojem X-sens. Tato edukace bude zároveň sloužit jako rozcvičení horních končetin. Tato rozcvička bude sloužit také jako prevence úrazů při měření, a také k usnadnění prováděných pohybů při měření. Během výzkumu budou zajištěny optimální podmínky prostředí. Odborný dozor a bezpečnost při testování bude zabezpečovat doc. Ing. Monika Šorfová, PhD. a hlavní řešitelka projektu. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Očekávaným přínosem práce je posouzení následků jednostranné zátěže při badmintonu vzhledem k rozsahu pohybu v ramenním kloubu. Dalším přínosem je analýza smeeče pro lepší nácvik úderu při tréninku.

Vaše účast v projektu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocená.

S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit v diplomové práci v studentském informačním systému (SIS), v nebo na e-mail adrese: prausova.lucie@gmail.com Získaná data budou zpracovávána a bezpečně uchována v anonymní podobě a publikována v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Neanonymizované údaje bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru. Anonymizace osobních dat bude provedená do jednoho dne po testování. Po anonymizaci budou bezprostředně osobní data smazána.

Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním/rozmazáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince Neanonymizované fotografie budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru. Neanonymizované fotografie budou bezprostředně po skončení výzkumu smazány.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele: Bc. Lucie Prausová

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Bc. Lucie Prausová

Podpis:.....

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

Místo, datum

Jméno a příjmení účastníkaPodpis:

INFORMOVANÝ SOUHLAS pro nezletilé

Vážený pane, vážená paní,
v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, zákonem č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (*jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicíně č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné*), Vás žádám o souhlas s účastí Vašeho syna/dcery ve výzkumném projektu v rámci diplomové práce s názvem Testování rozsahů pohybu v ramenním kloubu u hráčů badmintonu prováděné na Univerzitě Karlově Fakultě tělesné výchovy a sportu v Biomechanické laboratoři.

Cílem diplomové práce je porovnat rozsahy pohybu v ramenním kloubu mezi dominantní a nedominantní horní končetinou. Dále porovnat rozsahy v ramenním kloubu mezi muži a ženami. Nakonec provést analýzu úderu smeče a opět porovnat mezi muži a ženami, a také porovnat analýzu s klinicky měřenými hodnotami rozsahu pohybu v ramenním kloubu.

Metodou pro sběr dat bude 3D kinematická analýza za pomoci přístroje X-sens.

Jedná se o neinvazivní metodu měření aplikované pomocí přístroje X-sens. Nejprve Vašemu dítěti připevním několik senzorů na povrch těla pomocí pásků, nebo pomocí speciálního obleku X-sens. Bude nejdříve provádět jednoduché pohyby, a poté provedou několikrát po sobě na místě úder smeč s raketou v dominantní (hrající) horní končetině. Jedná se o měření standardně vyšetřovaných pohybů v ramenním kloubu do vnitřní a vnější rotace a dále o standardní badmintonový úder odehraný na kurtu přes síť. Jedná se o jednorázové měření. Měření se účastní Vaše dítě pouze v jednom termínu předem domluveném.

Abychom předešli chybám v měření bude s ním nejprve provedena edukace pohybů, které budeme chtít následně změřit přístrojem X-sens. Tato edukace bude zároveň sloužit jako rozcvičení horních končetin. Tato rozcvička bude sloužit také jako prevence úrazů při měření, a také k usnadnění prováděných pohybů při měření. Během výzkumu budou zajištěny optimální podmínky prostředí. Odborný dozor a bezpečnost při testování bude zabezpečovat doc. Ing. Monika Šorfová, PhD. a hlavní řešitelka projektu. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Očekávaným přínosem práce je posouzení následků jednostranné zátěže při badmintonu vzhledem k rozsahu pohybu v ramenním kloubu. Dalším přínosem je analýza smeče pro lepší nácvik úderu při tréninku.

Účast Vašeho dítěte v projektu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocena.

S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit v diplomové práci v studentském informačním systému (SIS), v nebo na e-mail adrese: prausova.lucie@gmail.com
Získaná data budou zpracovávána a bezpečně uchována v anonymní podobě a publikována v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Neanonymizované údaje bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru. Anonymizace osobních dat bude provedena do jednoho dne po testování. Po anonymizaci budou bezprostředně osobní data smazána.

Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním/rozmazáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. Neanonymizované fotografie budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru. Neanonymizované fotografie budou bezprostředně po skončení výzkumu smazány.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele: Bc. Lucie Prausová

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Bc. Lucie Prausová

Podpis:.....

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

Místo, datum

Jméno a příjmení účastníka Podpis:

Jméno a příjmení zákonného zástupce.....

Vztah zákonného zástupce k účastníkovi Podpis:

