

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

BIOMECHANICKÁ ANALÝZA ODPALU V
SOFTBALLU

Bakalářská práce

Autor: Kateřina Sedlářová, Tělesná výchova – Biologie

Vedoucí práce: Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph.D.

Olomouc 2018

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Kateřina Sedlářová

Název závěrečné písemné práce: Biomechanická analýza odpalu v softballu

Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii

Vedoucí: Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph.D.

Rok obhajoby: 2019

Abstrakt: Bakalářská práce se zabývá biomechanickou analýzou odpalu v softballu s cílem popsat svalovou aktivitu při odpalu. Pro měření byla zvolena povrchová elektromyografie (sEMG). Zapojení jednotlivých vybraných svalů bylo hodnoceno při stoji, v základním postavení s pálkou a v průběhu odpalu.

Práce je rozdělena na část teoretickou a praktickou. V teoretické části jsou shrnuty poznatky, které přibližují a blíže specifikují softballovou tematiku. V části praktické je popsán průběh výzkumu svalové aktivity při odpalu. Průběh svalové aktivity sledovaných svalů je znázorněn pomocí grafů. Výsledky ukázaly, že k zapojení svalů při odpalu dochází postupně. Pomocí povrchové elektromyografie bylo zjištěno přesné pořadí zapojovaných svalů a také velikost svalové aktivity.

Klíčová slova: softball, odpalování, povrchová elektromyografie, pálkař, svalová aktivita

Souhlasím s půjčováním závěrečné písemné práce v rámci knihovních služeb.

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Kateřina Sedlářová

Title of the thesis: Biomechanical analysis of softball hit

Department: Department of Natural Sciences in Kinanthropology

Supervisor: Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph.D.

The year of presentation: 2019

Abstract: The bachelor thesis deals with the biomechanical analysis of the softball hitting with the aim to describe the muscular activity at the swing. Surface electromyography (sEMG) was chosen for the measurement. Involvement of selected muscles was evaluated during standing, basic position with bat and during the swing.

The thesis is divided into theoretical and practical part. In the theoretical part there is summarized the knowledge that approximates and specifies softball. In the practical part, there is described our of research of muscular activity during the shot. Muscle activity of the observed muscles is shown using graphs. The results showed that the involvement of the muscles during the swing occurs gradually. Using surface electromyography, the exact order of the involved muscles as well as the amount of muscle activity was found.

Keywords: softball, hitting, electromyography, batter, muscle activity,

I agree with the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem závěrečnou písemnou práci zpracovala samostatně s odbornou pomocí
Mgr. Zdeňka Svobody, Ph.D., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a řídila se
zásadami vědecké etiky.

V Olomouci dne

Podpis:

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce, Mgr. Zdeňku Svobodovi, Ph.D., za odborné vedení, rady a pomoc při zpracování této práce.

OBSAH

1 ÚVOD	7
2 LITERÁRNÍ PŘEHLED	8
2.1 Charakteristika softballu	8
2.2 Vznik a historie softballu	9
2.2.1 Historie softballu u nás.....	9
2.3 Základní pravidla	11
2.4 Herní činnosti hráčů softballu	13
2.5 Vybavení hráčů	14
2.6 Odpalování	15
2.6.1 Základní postavení	16
2.6.2 Spouštěcí mechanismus	16
2.6.3 Negativní pohyb	17
2.6.4 Správné držení rukou a horní části těla	18
2.6.5 Kontakt.....	18
2.6.6 Protážení rukou	19
2.6.7 Pozice hlavy	20
2.7 Metoda elektromyografie	20
2.7.1 Povrchová elektromyografie	21
3 CÍLE PRÁCE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY	23
4 METODIKA PRÁCE	24
5 VÝSLEDKY.....	31
6 DISKUZE	38
7 ZÁVĚRY	39
8 SOUHRN.....	40
9 SUMMARY.....	42
10 REFERENČNÍ SEZNAM	44

1 ÚVOD

Včasné zachycení objektu letícího vysokou rychlostí, jako je například míč, a jeho odpálení pomocí pálky je obecně považováno za jednu z nejtěžších dovedností ve sportu.

Softball je pestrý sport, který v sobě ukrývá několik specifických pohybových činností jako je házení, chytání, běhání a v neposlední řadě odpalování, které bude hlavním tématem v mé bakalářské práci. V České republice není příliš publikované literatury vztahující se k pálkovacím hrám. Byť pálkovací sporty byly známé ve světě již v 19. století, v České republice jsou dodnes považovány za sporty poměrně mladé. V průběhu vývoje v České republice prošel softball velkou změnou, ať již v herním pojetí či diváckou sledovaností. Tento sport se neustále vyvíjí, a proto je každá nová studie velkým přínosem.

Jedná se o kolektivní hru, ve které lze uplatnit fyzické schopnosti v kombinaci s herní strategií a taktikou. Pro pálkaře je důležité znát soupeřova nadhazovače. Při samotném startu v pálkařském boxu musí pálkař mít jasnou taktiku, které umístění míče vybrat pro svůj nejlepší možný odpal. Je proto nutné předvídat, který míč nadhazovač hodí v různých situacích. K načtení soupeřova nadhazovače využívá například české reprezentační družstvo speciální software, který vypočítá pravděpodobnost, jaký typ nadhozu přiletí od nadhazovače pálkaři. Všeobecně lze říct, že s využitím moderních technik můžeme jednotlivé herní disciplíny rozebrat a podrobně analyzovat.

Z hlediska fyzické náročnosti se jedná o sport všestranný, který zapojuje velké množství svalových skupin lidského těla. Z tohoto aspektu je proto zajímavým tématem určit v jaké míře se jednotlivé svaly zapojují při odpalu v softballu. Dá se tedy uvažovat nad tím, že podrobná biomechanická analýza může vylepšit herní výkon hráče. Z tohoto důvodu jsem si zvolila jako téma bakalářské práce analýzu svalové aktivity při odpalování.

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Charakteristika softballu

Softball je sportovní hra, která patří mezi pálkovací týmové sporty. Softball vznikl z baseballu, konkrétně úpravou pravidel, tak aby sloužil baseballistům jako průpravná hra v zimním období, kdy nebylo možné hrát na venkovním hřišti. Dalším impulsem pro vznik softballu bylo i to, že se baseballu chtěly účastnit i ženy. Z těchto důvodů bylo třeba zmenšit hřiště a částečně změnit vybavení. Princip hry však zůstal stejný (Süss, 2003).

Nezůstalo však pouze u oficiálního názvu softball. Pravidla se dále vyvíjela a přizpůsobovala podle toho, kdo tuhle pálkovací hru chtěl hrát. Někteří se softballu chtěli věnovat pouze rekreačně, a tak vznikla forma zvaná slowpitch, což v překladu znamená pomalý nadhoz. K dalším úpravám došlo v závislosti na věkových kategoriích. Ti nejmenší se baví u hry s názvem beeball, kde jsou zachována jen ta nejjednodušší pravidla a principy hry. Školáci se už více snaží přiblížit dospělé verzi softballu, ale i zde jsou jistá omezení. Proto se pro tuto kategorii používá název teeball (Waage, 2014).

Hrají proti sobě dvě družstva o devíti hráčích, kdy jedno družstvo je na pálce – v útoku a snaží se získat co nejvíce bodů a druhé družstvo je v poli – v obraně a snaží se zabránit skórování soupeře. Družstva se v těchto činnostech střídají.

Podle Süsse (2003) je softball týmový sport, ve kterém ale záleží na individuálních výkonech hráčů, kteří mohou mít na výsledné skóre vyšší vliv než výkon celého družstva. Jedná se například o nadhazovače, který uvádí míč do hry či zadáka, který obvykle řídí celou hru. Stejně jako u jiných kolektivních sportů je spolupráce celého týmu velmi důležitá, jelikož znalost svých spoluhráčů a dobrá komunikace v družstvu, může vést ke strategii, která mnohdy ovlivní zápas.

Je divácky velmi atraktivní, protože spojuje řadu činností jako je házení, chytání, odpalování či běhání. Z hlediska fyzické náročnosti se nejedná o sport, ve kterém hráči dosahují maximálního zatížení, protože se výše zmíněné činnosti pravidelně střídají. Chvilí tedy hráč provádí činnosti s vysokou intenzitou a chvíli činnosti s velmi nízkou až podprůměrnou intenzitou (Süss, 2003).

2.2 Vznik a historie softballu

Počátky jsou datovány kolem roku 1300, kdy se hrou zvanou Stool Ball bavili angličtí mlékaři na venkově. Hra se jmenovala podle stoliček, kolem kterých obíhali, když se trefili holí do míčku. Téměř o čtyři sta let později studenti vyměnily stoličky za kolíky zatlučené v zemi pojmenovali tuhle hru Goal Ball. V Americe byla podoba téhle hry známá pod názvem Boston Ball. Později hra získává oblíbenosti a název se ustálil pod slovem Baseball (Süss, 2003).

V roce 1887 George Hancock objevil hru podobnou baseballu. Nazval ji kittenball a byla určena pro bohaté členy klubu Farragut Boat Club v Chicagu, kteří ji hráli ve vnitřních prostorách. Venkovní verze softballu byla vytvořena Lewisem Roberem, který ji poprvé představil hasičům z amerického města Minneapolis (Potter & Johnson, 2007).

Podle Süsse (2003) do roku 1920 neexistoval žádný jednotný název. Pro označení se používali pojmenování jako softbaseball, playgroundball a baseball for women. Až při příležitosti světové výstavy v Chicagu se ustanovil jednotný název – softball. Softball postupem času získával na své oblíbenosti po celém světě. Také v České republice má své kořeny.

2.2.1 Historie softballu u nás

Začátky téhle oblíbené hry sahají až k dobám první republiky, kdy ji do Čech přiváží Josef Antonín First. Vše začalo u YMCA (Young Men's Christian Association), křesťanské sdružení mladých mužů. V roce 1921 byl založen letní tábor u Soběšína na Sázavě vedený organizací YMCA. Postupně se tábor těšil čím dál větší popularitě především díky Josefu Antonínovi Firstovi a jeho studiím tělovýchovy a pedagogiky ve Spojených státech amerických. Po návratu se stává finančním ředitelem YMCA a současně ředitelem letního tábora v Soběšíně. Letní kemp byl zcela kapacitně naplněný. Měsíční turnusy byly určeny pro 200 chlapců. Na táboře byly organizovány turnaje v různých pohybových aktivitách. Velké oblíbenosti se těšily především míčové sporty, mezi které bezpochyby patřil i playgroundball, pro který byla vytvořena dvě hřiště přímo uvnitř tábora (Waage, 2014).

Bohužel stejně jako ostatní míčové sporty byl softball při okupaci ČSR omezen na minimum, ale přesto jej dál udržovali v podvědomí nadšenci. Po druhé světové válce měl opět vliv na rozvoj Young Men's Christian Association. V padesátých letech vydává Jaroslav First, syn hlavního popularizátora Josefa Antonína Firsta, příručku oficiálních pravidel. Později začínají softball zavádět na středních i vysokých školách frekventanti z YMCA. Jedním z nich byl i profesor František Stibitz, který dostává softball na Institut tělesné výchovy a sportu

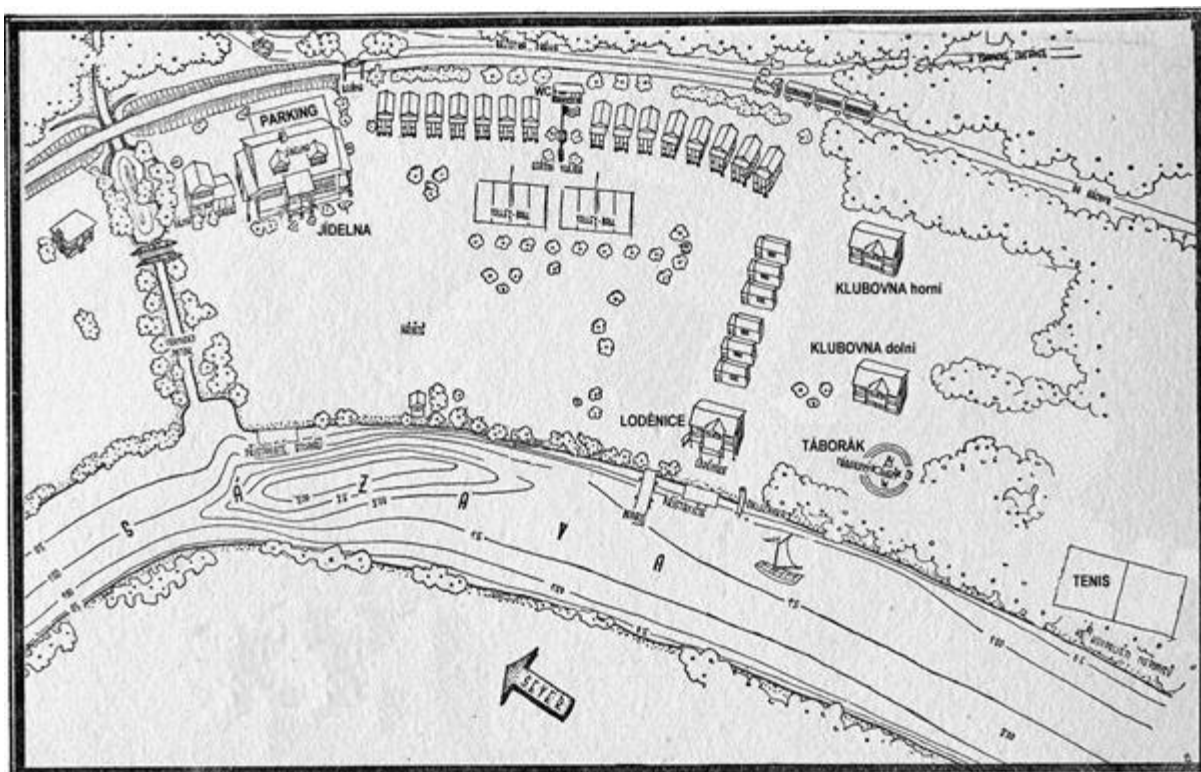
v Praze. Na přelomu padesátých a šedesátých let se oblíbená pálkovací hra rozšiřuje také na Moravu. Hraje se zejména v Brně a Přerově (Süss, 2003).



Obrázek 1. Letní tábor v Soběšíně na Sázavě 1934 (Waage, 2014).

Softball se hrál pouze rekreačně v několika málo městech Československa. Od sedmdesátých let se pod záštitou České tělovýchovné organizace pořádají pravidelné soutěže. Vzniká Svaz softballu a baseballu, který organizuje celostátní turnaje. Později postupně vznikají i svazy oblastní ve Východočeském, Severomoravském a Jihomoravském kraji. Mezi 80. a 90. lety 20.století byl Svaz softballu a baseballu jmenován na vyšší úroveň, což dovolilo start našich reprezentačních družstev na evropských a světových šampionátech (Holešovská, 2008).

Důležitý pro český softball je rok 1993, kdy dochází ke vzniku České softballové asociace (ČSA) a spolu s tím i k organizaci turnajů a soutěží. Vzniká první a druhá česká softballová liga žen a mužů (Holešovská, 2011).



Obrázek 2. Přibližný pláněk tábora YMCA (Hynek, 2011)

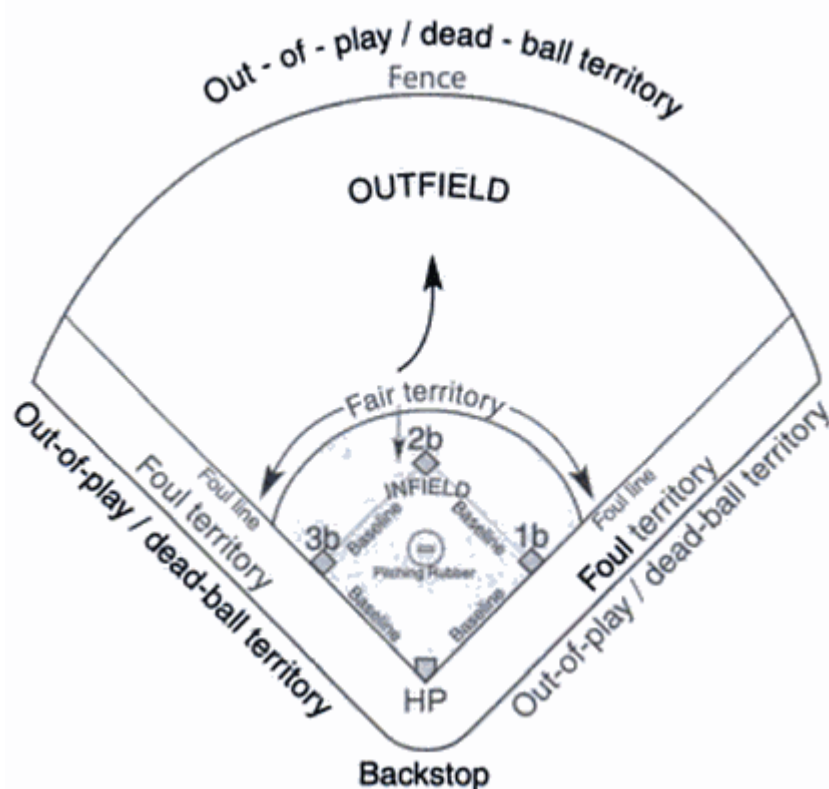
2.3 Základní pravidla

Softball se hraje na hřišti o tvaru pravoúhlé kruhové výseče. Je rozděleno na *infield* (vnitřní pole), které je tvořeno čtyřmi metami, jež jsou uspořádány do čtverce o straně 18 m. Ve vnitřním poli hraje šest hráčů. Povrch vnitřního pole je většinou vyplněn antukou. *Outfield* (vnější pole) je část hracího hřiště, jehož území začíná na hranici antuky a trávy, která utváří zadní pole. To je zakončeno homerunovým plotem. Vzdálenosti mezi metami včetně nadhazovací mety a vzdálenost od domácí mety k homerunovému plotu je odlišná v závislosti na tom o jakou se jedná kategorii (Potter & Johnson, 2007).

Každá z herních variant, jak se dá hrát tahle oblíbená pálková hra zahrnuje dva týmy o nejméně devíti hráčích. Útočícím družstvem jsou pálkaři, kteří jsou seřazeni podle předem stanoveného pořadí, v jakém budou nastupovat na pálku, které určí trenér družstva. Pálkaři se snaží odpálit míč, který mu hodí soupeřův nadhazovač. Poté se pálkař mění v běžce, který usiluje o zisk met. Pokud proběhne všechny mety, a především metu domácí získává pro svůj tým bod. Hráči, kteří se nachází v poli jsou bránícím týmem a jsou rozmístěni podle svých herních postů. Oba týmy se v útoku i obraně střídají. Softball se hraje na sedm směn. V každém *inningu* – směně se útočící tým snaží skórovat do té doby, dokud polaři nevyřadí tři pálkaře soupeřova týmu. Jestliže se tak stane, tak se hráčské role družstev vymění a tým, který byl v obraně dohrává směnu v útoku – na pálce (Süss, 2003).

Hostující družstvo začíná v první směně na pálce – v útoku a domácí družstvo má tu výhodu, že v útoku zápas uzavírá. Pokud domácí družstvo v sedmé směně utkání vede, nenastupuje již na pálku a utkání končí, přičemž platí dosažený výsledek. V případě, že je stav po sedmi směnách nerozhodný hraje se tzv. tie-break, což je nastavení směny navíc. Tie-break začínají hosté v útoku s obsazenou druhou metou pálkařem, který na konci sedmé směny ukončil svůj čas na pálce. Také domácí dohrají směnu s obsazenou druhou metou. Pokud je i po nastavené směně navíc stav utkání nerozhodný, nastavují se další směny až do té doby, dokud jeden tým nezíská více bodů, než soupeř (Liss & Východský, 2014).

Utkání obvykle řídí tři rozhodčí. Hlavní rozhodčí stojí za domácí metou, respektive za zadákem a posuzuje správnost nadhozů i odpalů, současně řídí celé utkání. Má k sobě dva metové rozhodčí, kteří rozhodují o vyřazení útočníků. Kontrolují jak korektnost vyautování, tak výběhy z met. Běžec je vyřazen ze hry, jestliže opustí metu dříve, než nadhazovač vypustí míč z ruky (Süss, 2005).



Obrázek 3. Hrací hřiště (Potter & Johnson, 2007).

2.4 Herní činnosti hráčů softballu

Nejdůležitější pozicí v softballu je nadhazovač, který uvádí míč do hry. Hlavní náplní jeho práce je hodit míč pálkaři tak, aby jej nemohl odpálit nebo byl pro polaře co nejsnadněji chytatelný. Nicméně míč pro pálkaře musí splňovat určité parametry jako je výška a šířka nadhozeného míče. Pokud je míč hozený do tzv. strike zóny pálkaře, což je podle pravidel prostor nad jakoukoli částí domácí mety mezi rovinou vrcholu kolen a rovinou podpaží pálkaře v jeho přirozeném pálkařském postavení (Liss & Východský, 2014), pak je míč vyhlášen jako správný nadhoz a pálkař má první strike. Jestliže nadhazovač hodí do strike zóny soupeře tři strike a soupeřův pálkař nezasáhne ani jeden míč do vymezeného pole, je pálkař strike-aut. Pokud ovšem míč umístí do zámezí, je to bráno jako foul ball a pálkař má nárok na další nadhoz.

Chybně hozený nadhoz je takový, který nezasáhne strike zónu pálkaře. V takovém případě je míč rozhodčím vyhlášen jako ball a jestliže nadhazovač hodí takové chybné míče čtyři, dostává pálkař metu zdarma. Za chybný nadhoz je také považován míč, který zasáhne tělo pálkaře, poté pálkař dostává automaticky metu zdarma (Liss & Východský, 2014).

Pochopitelně post nadhazovače má své speciální pravidla a taktiky, jako jsou například různé rotace míče. Přestože je softball týmový sport, post nadhazovače může mnohdy velmi ovlivnit výsledek utkání.

Stejně tak, jako je důležitý nadhazovač je pro hru nepostradatelný i zadák – catcher. Tento hráč se v poli nachází naproti nadhazovači jak za domácí metou, tak současně za pálkařem. Jeho úkolem není pouze chytat nadhozy, ale je to právě on, kdo celou rozehru řídí. Specifickými signály, kterými jsou nejčastěji čísla, jenž ukazuje na prstech ruky dává povel nadhazovači, jaký typ rotace míče, výšku a šířku by měl na daného pálkaře využít. Tenhle hráč také vede všechny hráče v obraně a rozhoduje na kterou metu se bude přihrávat v nejasných momentech hry. Je jediným hráčem na hřišti, který nechytá odpaly s výjimkou odpalů, které byly trefeny nečistě a letí směrem nad něho či za něho. Pokud takový míč pálkaři chytne, předtím, než se míč dotkne ochranné sítě, je pálkař aut. Zadák bývá většinou hráč s přirozenou autoritou. Je to typ hráče, který velmi dobře zvládá taktické prvky hry a umí se velmi rychle rozhodovat (Süss, 2003).

Nadhazovač a zadák tvoří pouze část vnitřního pole. Dalšími vnitřními polaři jsou první metař, druhý metař, třetí metař. Mezi druhou a třetí metou je hráč, který je nazýván jako spojka (shortstop). Většinou to bývá nejlepší hráč v družstvu a musí disponovat nejtvrdějším a nejrychlejším přihozem míče na metu, protože právě on nejčastěji přihrává na nejdelší vzdálenost v krátkém časovém úseku. Je to hlavní komunikátor s vnějšími polaři, neboť při

hodech z vnějšího pole zkracuje vzdálenost příhozů do vnitřního pole. Hlavní poslání hráčů ve vnitřním poli je vyautování pálkaře a běžců na metách. Děje se tak po chycení míčů odpálených po zemi a následným hodem na příslušnou metu či chycením míče ze vzduchu. Vnější pole se skládá ze tří hráčů. Levý polař vykryvá území za třetím metařem. Pravý polař má svěřené území za první metou a střední polař většinou zabírá prostor za druhým metařem. Jejich postavení není striktně stanovené, ale měli by stát v takových pozicích, aby pokryli co možná největší část vnějšího pole. Repertoár herních činností vnějších polařů není tak široký jako u hráčů ve vnitřním poli. Hlavní náplní jejich práce je míč především zastavit. Odpaly po zemi, které nezachytí vnitřní polaři, znamenají pro běžce alespoň získání jedné mety, ovšem pokud odpal nezachytí ani hráč ve vnějším poli získává běžec zpravidla mety dvě. Často se stává, že zadní polaři nejsou v průběhu hry tak často v kontaktu s míčem jako právě vnitřní polaři. Avšak pokud zadní polař udělá chybu, může to mít pro obranu fatální následky a tahle chyba může rozhodnout celé utkání. Z tohoto důvodu se musí vnější polař soustředit na každý míč větší měrou (Süss, 2003).

2.5 Vybavení hráčů

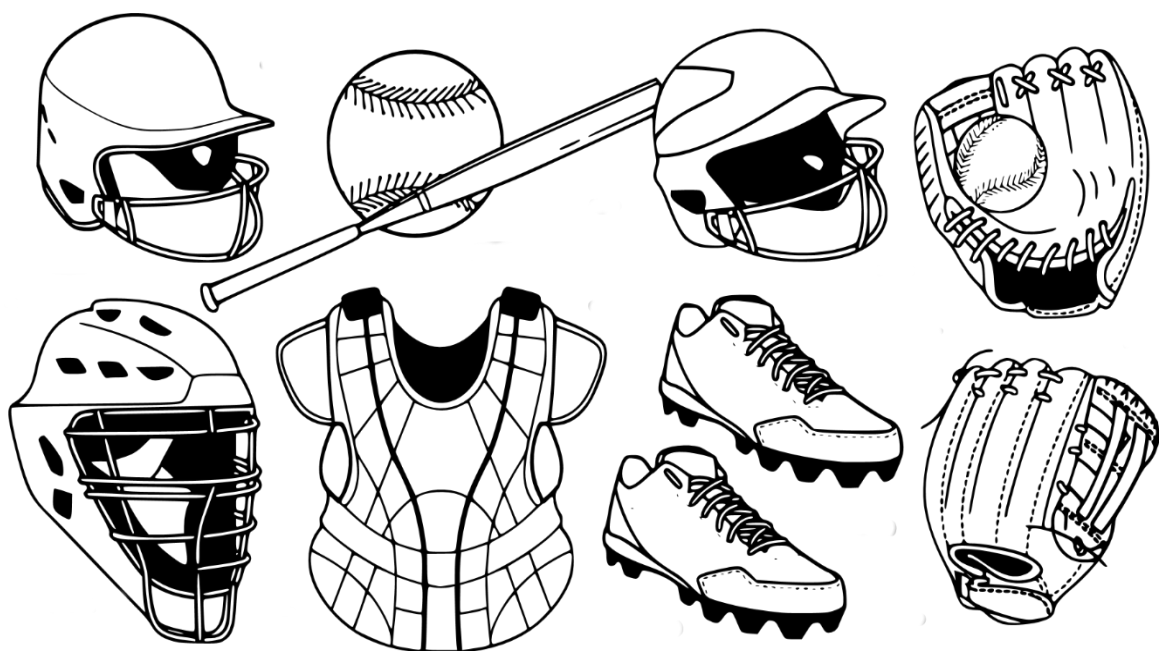
Softball je oproti jiným sportům náročný na sportovní vybavení. Ve fotbale si hráč nazuje kopačky a může hrát nebo například v tenise vezme do ruky raketu a je připraven k utkání, ale v softballu hráč potřebuje celou řadu speciální výbroje.

Do obrany se používají rukavice, které mohou mít rozdílné velikosti a tvar podle pozice hráče na hřišti. Zadák mívá většinou rukavici vyztuženou na palcové straně dlaně ruky, aby pro něj nebyly nadhozy od nadhazovače bolestivé. První metař nosí obvykle rukavici největší. Je to z toho důvodu, protože většinu hry chytá příhozy od svých spoluhráčů. Pro útok je potřeba pálka, která může být nejvýše 86,36 cm dlouhá a v nejširším místě nesmí průměr kruhového průřezu přesahovat 5,72 cm. Maximální hmotnost pálky je 1077,3 g. Dříve se používali výhradně pálky dřevěné a kovové, dnes může být materiál výroby různý, ale vždy musí být na pálce od výrobce vyznačeno, že pálka odpovídá pravidlům pro softball a je schválená Komisí ISF (International Softball Federation). Zatímco v baseballe se používají podobné pálky jako před stopadesáti lety, softball sází více na nové technologie a pokrok ve volbě materiálů. Proto se nyní nejčastěji používají pálky kompozitové, které mají lepší parametry odrazu odpáleného míče. Míče jsou vyrobeny ze dvou dílů kůže ve tvaru osmičky a sešity červenou nití. Jádrem míče je již dnes tvořené převážně z polyuretanové směsi. Barvu mívají softballové míče žlutou z důvodu lepších optických vlastností (Liss & Východský, 2014).

Podle pravidel softballu (Liss & Východský, 2014) musí mít každý pálkař přilbu se kterou je povinen pokračovat i v běhu na metách.

Stejně jako u jiných sportů je správná obuv velmi důležitá. V softballu a baseballu jsou unikátní pohyby ve srovnání s ostatními sporty. Jedná se o odpalování, házení, sprintování vpřed, nadhazování, běh kolem mety a slajdování. Jsou to komplexní pohyby, tudíž vyžadují přenesení hmotnosti, aby se dosáhlo maximální síly a rovnováhy. Nadhazovači v rámci jejich pohybu táhnou chodidlo při zemi, proto je jejich špička boty vyztužena, aby se zabránilo nadměrnému opotřebení na přední straně boty. V seniorských kategoriích se využívají tzv. spikes, což jsou boty s kovovými nebo umělohmotnými výčnělky na podrážce, které jsou přizpůsobeny terénu, na němž se softball hraje (Dutra, 2010).

Zadák, jakožto hráč, který je v těsné blízkosti pálkaře, musí být povinně vybaven přilbou s maskou, chráničem hrudníku a chrániči holení. Tyhle ochranné prvky slouží současně jako prevence před zraněním od míčů nadhazovače (Süss, 2003).



Obrázek 4. Softballové vybavení (upraveno dle Vecteezy, 2019)

2.6 Odpalování

Pro softball je odpalování míčů základní útočná činnost, která určuje charakter hry. Jerrad Hardin (2018), softballový trenér popsal sedm kroků k úspěšnému odpalování.

2.6.1 Základní postavení

První z nich je správný postoj, kdy pálkař stojí ve stoji rozkročném, který by měl být pohodlný a vyvážený. Váha těla by měla být na přední části chodidla.



Obrázek 5. Základní postoj (Beneš, 2017)

2.6.2 Spouštěcí mechanismus

Na každou akci nadhazovače musí přijít reakce od pálkaře. Máme dva typy spouštěčů. První popisuje mírné zatáčení směrem dovnitř, kdy ruce jsou přitaženy dozadu směrem k zadákovi. Druhý je mírně se zvedající přední noha. Není tak podstatné, který spouštěcí mechanismus uplatní pálkař, protože oba ho dostanou do „předodpalovacího“ točivého momentu. Důležité ovšem je, aby zachoval rovnováhu.



Obrázek 6. Nákrok nohou (Malik, 2018)

2.6.3 Negativní pohyb

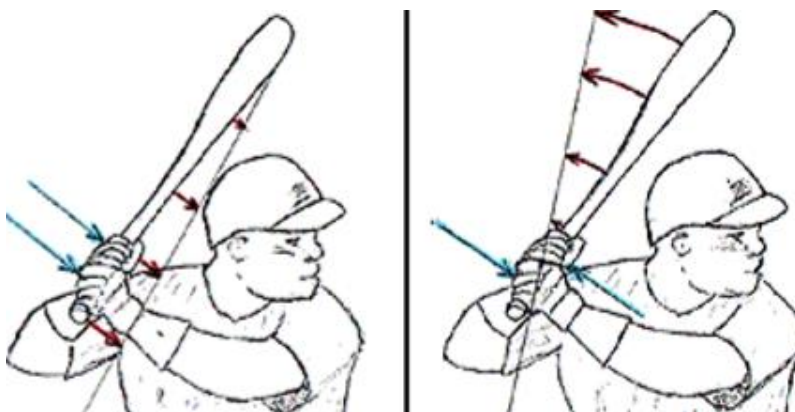
Zpětný pohyb, který je lineární částí švihů a dostává tělo do správné pozice pro pohyb dopředu. Zahajuje se zvednutím paty přední nohy. Přední rameno zůstává zavřené až do zahajovací pozice. Hmotnost těla začíná přecházet na přední stranu v momentě, kdy se pata dotkne země a noha se začne zpevňovat. Rotace započne dotykem špičky a paty přední nohy na zem.



Obrázek 7. Negativní pohyb (Ainsworth, 2019)

2.6.4 Správné držení rukou a horní části těla

Ruce by měly být drženy vysoko v úrovni ramen. Mírný ohyb zůstává na přední ruce. Zadní loket vede švih a tím aktivuje boky do rotace. Spodní ruka se při úchopu pálky dostává k míči, zatímco horní ruka převezme rotaci v předním kyčelním kloubu, který je středem rotace. Maximální síla odpalu se tvoří, když je točivý moment aplikovaný počátečním pohybem rukou.



Obrázek 8. Správné držení rukou (Hardin, 2018)

2.6.5 Kontakt

Přední noha je zpevněná a špička zadního chodidla svírá úhel 45° s nataženou přední nohou, zadní kyčel se dostává díky ní do rotace. Zadní pata se vytáčí směrem nahoru a otevírá tím přední bok. Ramena mírně zaostávají vzadu. Přední rameno je výše než dlaně a dlaně výše než hlaveň pálky. Lokty zůstávají mírně pokrčené.



Obrázek 9. Kontaktování míče (Steffen, 2017)

2.6.6 Protažení rukou

Při kontaktu dochází k zrychlení pohybu přes míč. Přední noha zůstává zpevněná a natažená a celá hmotnost těla je nyní rozložená na ní. Lokty se napínají až při odletu míče od pálky a hlaveň pálky směřuje do pole. Na konci pohybu dojde k přetočení zápěstí, které udává směr letu míče. Důležité je v tomhle kroku stále směřovat konec pálky, ruce a ramena na stejné úrovni jako nadhoz. Poté nastává dokončení švihů, kdy konec pálky směřuje nahoru a vzad.



Obrázek 10. Protažení rukou (Steffen, 2018)



Obrázek 11. Dokončení švihů („Snails Kunovice,“ 2017)

2.6.7 Pozice hlavy

Hlava a oči jsou vytočeny směrem na míč po celou dobu švihů.

2.7 Metoda elektromyografie

Elektromyografie (EMG) je záznam elektrické aktivity ze svalů, který je řízen nervovým systémem a vzniká při svalové kontrakci. Tato metoda studuje svalovou funkci pomocí analýzy změn elektrického potenciálu, ke kterým dochází při aktivaci svalu. Signál představuje anatomické a fyziologické vlastnosti svalů, ale ve skutečnosti je EMG signál elektrickou aktivitou svalových motorických jednotek (Chowdhury et al., 2013).

Využívá se jako moderní vyšetřovací metoda, nejčastěji v rehabilitačním lékařství či sportovní medicíně ke stanovení povrchové či intramuskulární elektrické aktivity svalů. Používá se buď povrchová EMG, kdy signály jsou zaznamenávány neinvazivními elektrodami nebo intramuskulární, kdy jsou elektrody invazivní (Chowdhury et al., 2013).

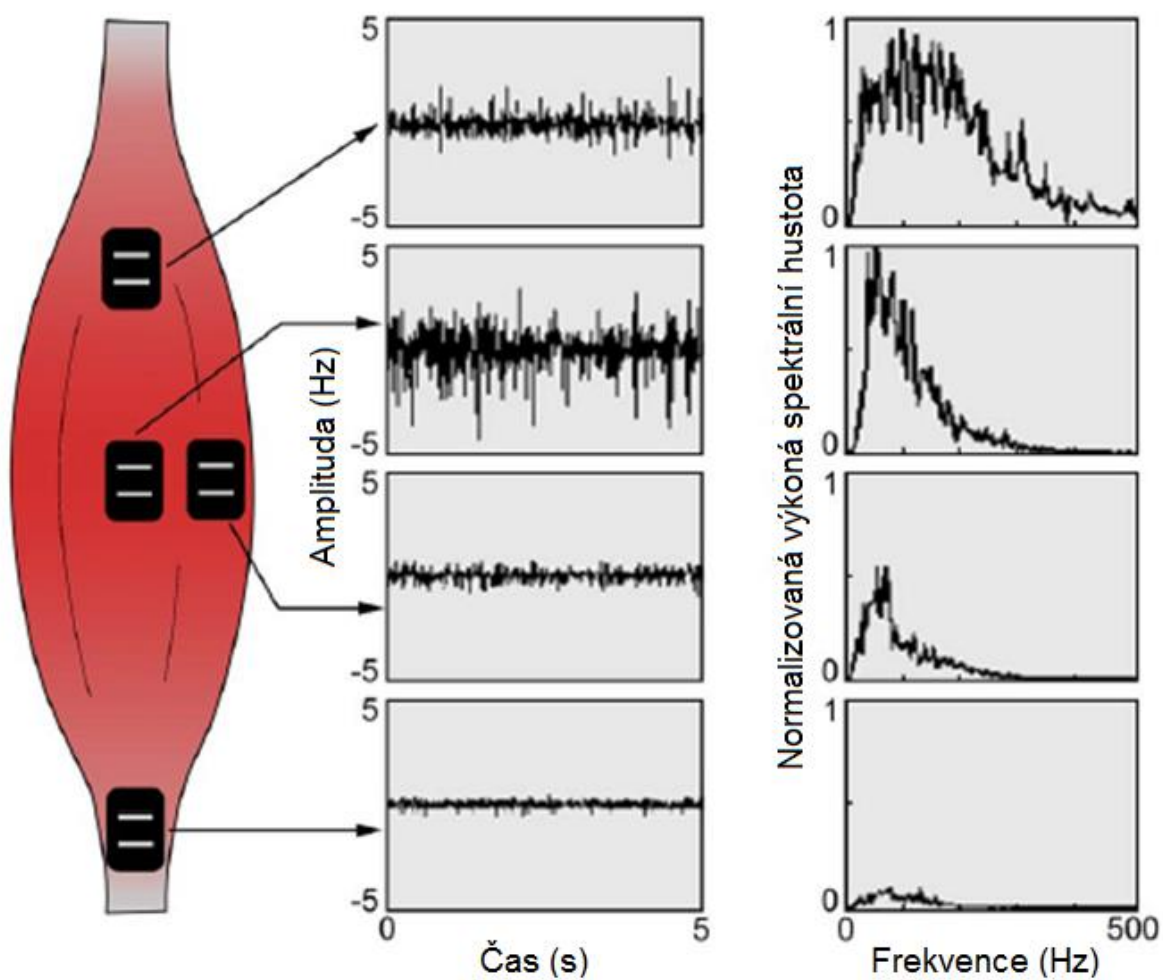
Záznam hodnot z elektromyografie se nazývá elektromyogram. Obvykle má podobu více či méně vyjádřeného interferenčního vzorce, který vzniká překrytím sumačních potenciálů většího počtu motorických jednotek. Nejedná se o prostou sumaci elektrického napětí v daném okamžiku, ale je výsledkem jejich interferencí v prostorovém vodiči – sval, kůže, elektrody (Rodová, Mayer, & Janura, 2001). Všechny typy elektronických zařízení generují elektrický šum. Tento šum má frekvenční složky v rozsahu 0 Hz až několik tisíc Hz. Dva druhy EMG

signálů v širokém použití zahrnují povrchový EMG a intramuskulární (jehlový a jemný drát) EMG. Pro provedení intramuskulární EMG se do svaloviny (invazivní elektroda) umístí jehlová elektroda nebo jehla obsahující dvě elektrody s jemným drátem (Chowdhury et al., 2013).

2.7.1 Povrchová elektromyografie

Povrchová elektromyografie umožňuje snímání povrchové elektrické aktivity svalů pomocí povrchových elektrod. Povrchové elektrody snímají změny elektrického potenciálu, ke kterým dochází při svalové činnosti. Zaznamenávání je neinvazivní a nebolestivé, proto je použití povrchových elektrod více akceptováno v klinických a fyziologických aplikacích. Umístění elektrod pro velké povrchové svaly bývá obecně přes střed svalového břicha. U malých svalů je poloha elektrod nad cílovým svalem, tak aby pokud možno nedocházelo narušování signálu jiným svalem (Kasman & Wolf, 2002).

Elektrody jsou umístěny přímo na kůži a jsou nejčastěji vyrobeny ze stříbra nebo chloridu stříbrného o velikosti 10 mm. Mezi povrchem kůže a elektrodou je použita vrstva vodivého gelu z důvodu snížení impedance a zlepšení kontaktu mezi kůží a elektrodou. Musíme mít na vědomí, že povrchová elektroda je schopna registrovat potenciály ze svalových vláken do hloubky 20 mm (Keller, 1999).



Obrázek 12. Změna amplitudy a frekvenčního spektra povrchového elektromyografického signálu v závislosti na umístění elektrod na svalovém břišku (upraveno dle De Luca, 1997).

3 CÍLE PRÁCE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY

Cílem práce je pomocí povrchové elektromyografie podrobně analyzovat svalovou aktivitu při odpalu v softballu.

Výzkumné otázky

Jaká je amplituda svalové aktivity při odpalu vzhledem k základnímu postavení?

V jakém pořadí se svaly při odpalu zapojují?

4 METODIKA PRÁCE

Charakteristika sledovaného probanda

Měření bylo provedeno na hráčce softballu, která působila v nejvyšší softbalové soutěži žen v České republice a byla bývalou členkou juniorské reprezentace žen, která získala titul juniorské mistryně Evropy do 19 let. Hráčka měla dobře zvládnutou techniku odpalu. V době měření byla hráčka zdravá a nebyla omezena žádnou indispozicí.

Metody

K měření bylo použito zařízení Trigno Wireless System (Delsys Inc., Boston, MA, USA) umožňující měření povrchové elektromyografie. Je to polyelektromyografický, mobilní přístroj pro snímání elektrického potenciálu svalů. Analýza signálu byla provedena v softwaru Delsys. Pro získání údajů z EMG byly využity tři operace.

Nejprve proběhla filtrace signálu přímo v softwaru Delsys, která mimo jiné odstraňuje šum v signálu, který může mít vliv na získaná data a nesprávná volba může vést ke zkreslení údajů, a to jak časového průběhu, tak amplitudy (Sonderberg & Knutson, 2000). Následně byl záznam upraven pomocí funkce Remove mean, kdy došlo k posunutí hodnot tak, aby průměrná hodnota v klidu byla nula. Třetí zvolenou operací byla rektifikace (full wave) neboli usměrnění. Jedná se o překlopení záporných hodnot na kladné hodnoty stejné velikosti.

Výsledný signál, zpracovaný tímto způsobem, byl exportován do tabulkového softwaru Microsoft Excel.

Průběh měření

Měření probíhalo v laboratoři Katedry přírodních věd v kinantropologii v modelové situaci, kdy hráčka odpalovala míč ze stativu. Tento způsob odpalu míče byl zvolen z důvodu eliminace variability pohybu míčů hozených nadhazovačem, reakce na ně a přizpůsobení.

Testovaná osoba nejprve provedla individuální rozcvičení a protažení s pálkou. Dále následovala série cvičných odpalů se zaměřením určit vhodnou polohu odpalu míče vzhledem k umístění stativu a proporcím páčkařky. Poté byly vybrány místa pro nalepení elektrod při odpalu. Bylo provedeno deset odpalů, které byly následně analyzovány.

Sledované svaly

Svaly, jejichž činnosti jsme monitorovali, byly zvoleny po dohodě s fyzioterapeutkou na základě předpokladů jejich zapojení při odpalování levorukého páčkaře.

Skupinu sledovaných svalů tvořily tyto svaly:

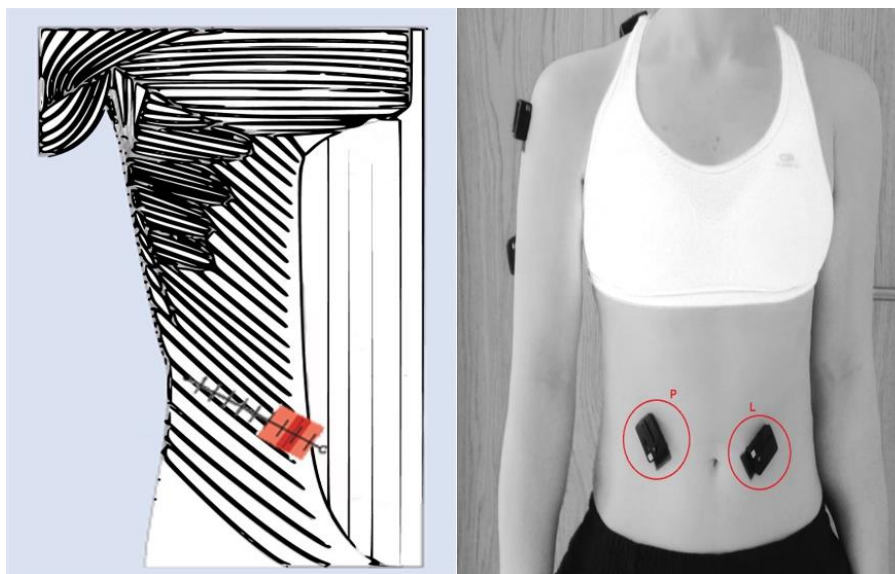
1. musculus obliquus externus abdominis dx.
2. musculus obliquus externus abdominis sin.
3. musculus erector trunci dx.
4. musculus erector trunci sin.
5. musculus latissimus dorsi dx.
6. musculus latissimus dorsi sin.
7. musculus infraspinatus dx.
8. musculus trapezius (horní vlákno) dx.
9. musculus deltoideus (střední vlákno) dx.
10. musculus triceps brachii dx.

Charakteristika sledovaných svalů a jejich měření

V následující části je uveden popis a charakteristika jednotlivých svalů, které byly použity pro měření. K příslušnému svalu je vždy nejprve v levé části obrázku zobrazeno umístění elektrody z teoretického hlediska podle Barbera, Merlettiho a Rainoldiho (2012). Vpravo na obrázku je pokaždé přiložena fotografie měřené osoby, získaná při samotném měření. Na obrázcích je umístění elektrod pro daný sval vyznačeno červenou barvou.

Musculus obliquus externus abdominis

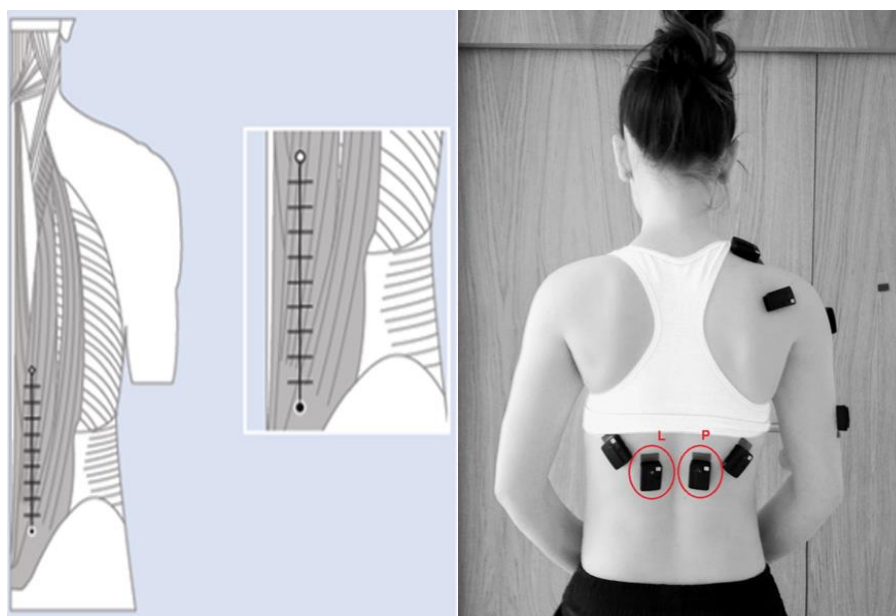
Zevní šikmý sval břišní začíná na osmi dolních žebrech. Jeho svalová vlákna směřují šikmo dolů a dopředu, kde jsou ukončena aponeurózou v bílé čáře (Dimon, 2017). Z funkčního hlediska je při oboustranné kontrakci synergistou přímého břišního svalu. Při kontrakci jednostranné rotuje páteř s hrudníkem na opačnou stranu a provádí úklony trupu (Přidalová & Riegerová, 2002).



Obrázek 13. Umístění elektrod na m. obliquus externus abdominis (upraveno dle Barbero, Merletti, & Rainoldi, 2012)

Musculus erector trunci

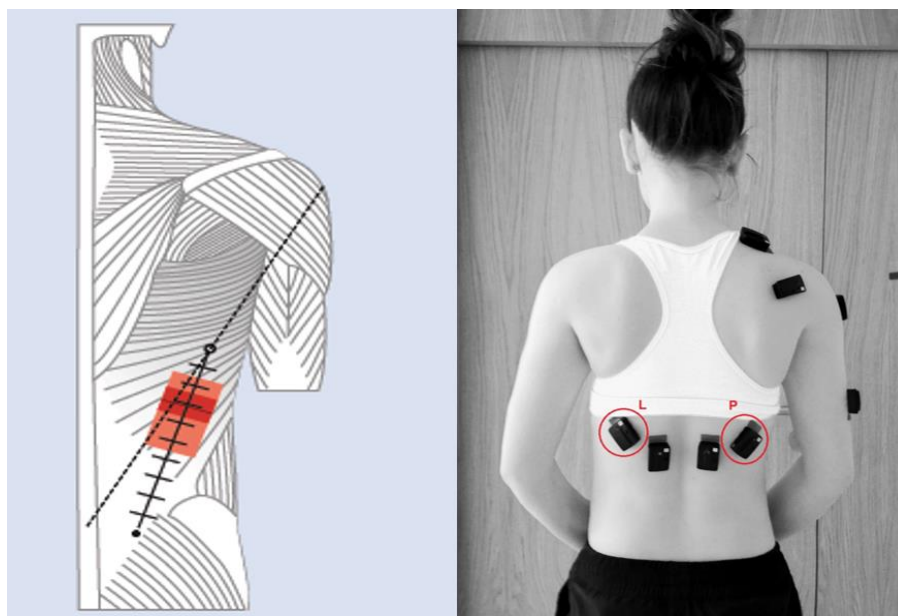
Jedná se o skupinu svalů, které jsou uloženy v nejhlubší vrstvě zádové a tvoří čtvrtou úroveň. Připojují se zezadu k páteři v celém jejím rozsahu od kosti křížové až po záhloví. Jejich funkce je udržování vzpřímeného postoje, a proto jsou jako celek nazývány vzpřimovače páteře (Dimon, 2017).



Obrázek 14. Linie indikující anatomický orientační bod určený pro aplikaci elektrody (Barbero et al., 2012)

Musculus latissimus dorsi

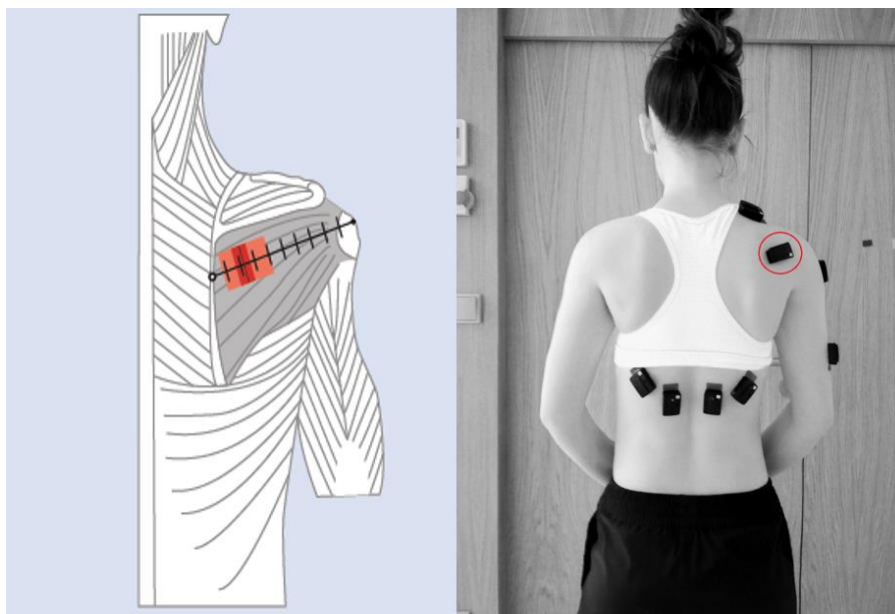
Široký sval zádový je velký, povrchový sval pokrývající dolní polovinu zad. Rozevírá se vějířovitě od kosti křížové a celé dolní části páteře. Svalové snopce se sbíhají do podpažní jamky na hranu malého hrbolku kosti pažní (Dimon, 2017). Provádí připažení i zapažení. Také se uplatňuje při vnitřní rotaci pažní kosti. Patří mezi svaly fázické, které mají slon k útlumu a oslabení, a proto je nutné je posilovat. Dolní vlákna širokého svalu zádového řadíme spíše ke svalům posturálním s tendencí ke zkrácení, z tohoto důvodu je třeba je protahovat (Přidalová & Riegerová, 2002).



*Obrázek 15. Umístění elektrody u m. latissimus dorsi dx. a m. latissimus dorsi sin.
(upraveno dle Barbero et al., 2012)*

Musculus infraspinatus

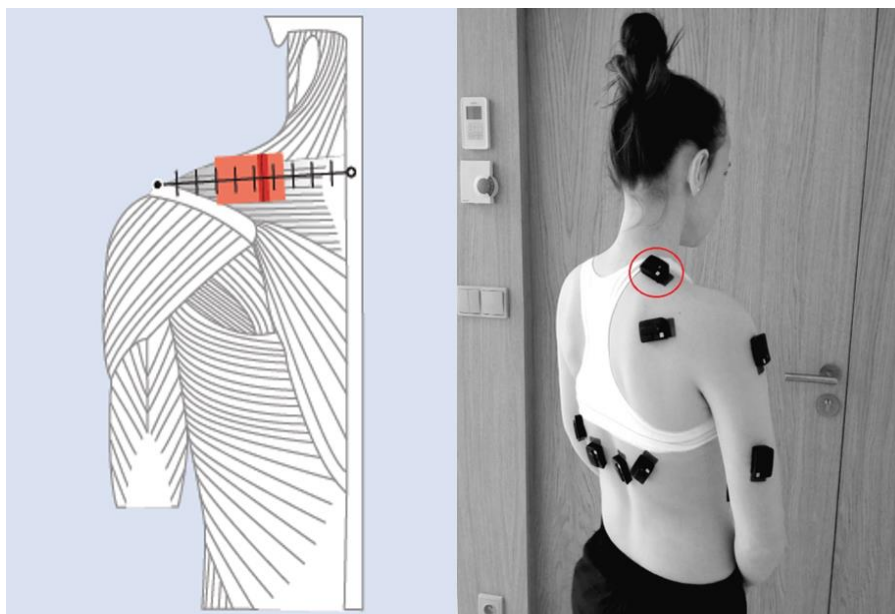
Podhřebenový sval se nachází pod hřebenem lopatky a vyplňuje jámu na zadní straně plochy lopatky, kde je lokalizován jeho začátek. Je to silný sval se zpeřenými snopci upínající se na velký hrbolík kosti pažní (Čihák, 2001). Uskutečňuje zevní rotaci ramenního kloubu a současně addukci paže (Přidalová & Riegerová, 2002). Inzerce elektrody je 3-4 cm kaudálně od středu hřebenu lopatky (Kadaňka, Bednařík, & Vohánka, 1994).



Obrázek 16. Inzerce elektrody u musculus infraspinatus (upraveno dle Barbero et al., 2012)

Musculus trapezius

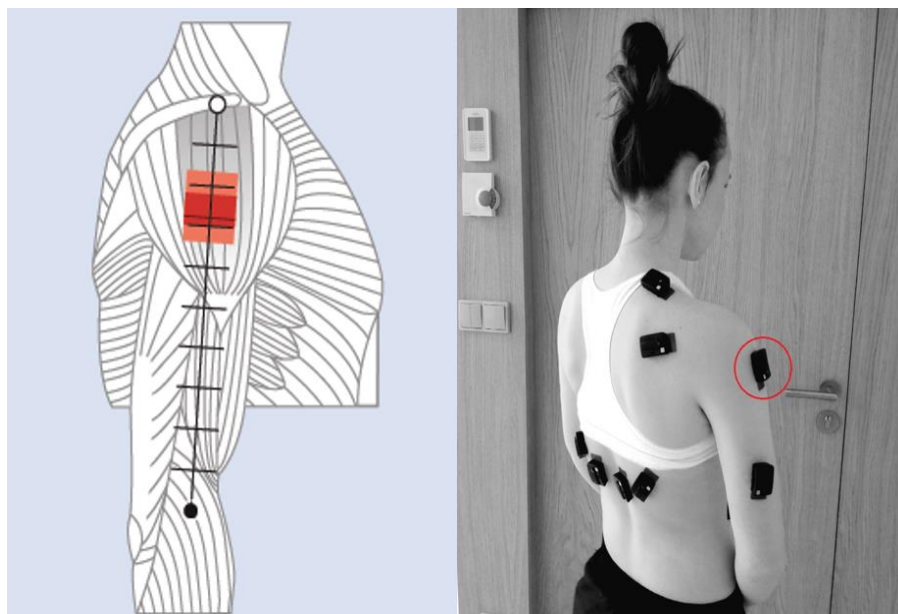
Sval kápoýý je jeden z povrchovýý svalů zad ve tvaru kosočtverce pokrývající krk a část ramen. Řadíme ho mezi svaly spinohumerální, což znamená mezi svaly mající vztah ke kloubu ramennímu (Dimon, 2017). Je to plochý sval začínající na týlní kosti a trnových výběžcích všech krčních a hrudních obratlů. Je tvořen třemi částmi, jež se upínají na kostru horní končetiny. Z širokého místa začátku svalu směřují svalové snopce z horní (sestupné) části laterokaudálně na vnější konec klíční kosti. Střední (příčná) část se upíná na výběžek nadpažkové kosti a část dolní (vzestupná) má úpon na středním okraji hřebenu lopatky. Mezi nejdůležitější funkce kápového svalu patří fixace a stabilizace lopatky. Sestupné snopce zdvihaý lopatku a zvedají rameno. Vzestupné svalové snopce táhnou lopatku dolů. Při aktivaci sestupné i vzestupné části současně vytáčí kloubní jamku vzhůru a tím se sval účastní zdvihání paže nad horizontálu (Přidalová & Riegerová, 2002).



Obrázek 17. Lokalizace elektrody zachycující elektrickou aktivitu horního vlákna m. trapezius (upraveno dle Barbero et al., 2012)

Musculus deltoideus

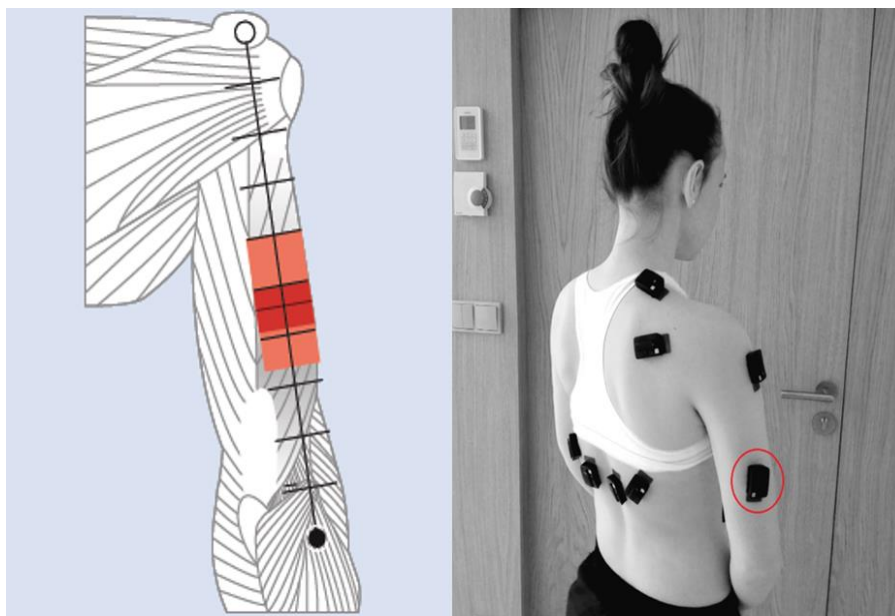
Určuje oblý tvar ramene a jeho pojmenování sval deltový je podle podobnosti s písmenem delta z řecké abecedy. Tvoří vrchol ramene a má tři části, které jsou pojmenovány podle míst, na kterých začínají. První část začíná na klíční kosti konkrétně v její třetině, druhá část (pars acromialis) na nadpažku a třetí na hřebeni lopatky (Dimon, 2017). Všechny tři části se upínají na vnější stranu pažní kosti přibližně v polovině její délky, konkrétně na drsnatinu. Jeho funkce se rozlišuje podle jeho částí. Část klavikulární se účastní předpažení naopak spinální část zapažení. Akromiální část působí upažení (Čihák, 2001).



Obrázek 18. Pro střední vlákno je inserce elektrody v polovině spojnice nadpažku a úponu deltového svalu na kosti pažní (upraveno dle Barbero et al., 2012)

Musculus triceps brachii

Trojhlavý sval pažní je z hlediska základního anatomického postavení jediným svaem zadní skupiny na paži. Má tři hlavy, dlouhá hlava začíná na lopatce, vnější a vnitřní hlava na kosti pažní. Všechny tři hlavy se spojují do úponové šlachy, která končí na okovcovém výběžku kosti loketní. Funkce trojhlavého svalu pažního je především extenze loketního kloubu, tedy je to hlavní natahovač předloktí (Čihák, 2001).



Obrázek 19. Umístění elektrody pro měření vnější hlavy (upraveno dle Barbero et al., 2012)

5 VÝSLEDKY

V následující kapitole je graficky zobrazena a popsána svalová aktivita při odpalování v softballe.

Nejdříve byla hodnocena velikost svalové aktivity při stoji v klidové pozici bez pátky a s pátkou. Jedním ze základních ukazatelů hodnotící svalovou aktivitu ze získaných signálů EMG je amplituda. Byly vypočteny průměrné hodnoty amplitudy a směrodatná odchylka při stoji bez pátky a při stoji s pátkou (Tabulka 1). Poté byl pomocí procent stanoven nárůst svalové aktivity při stoji s pátkou v základním postavení vzhledem k stoji bez pátky (Tabulka 2).

Tabulka 1. Velikost svalové aktivity (v mikrovoltech) při stoji bez pátky a s pátkou

Podmínky	Parametr	ET_L	ET_P	OE_L	OE_P	LD_P	LD_L	I_P	D_P	TB_P	TH_P
Stoj bez pátky	Průměr	3,9	4,3	5,0	5,8	4,1	5,3	3,5	2,8	3,2	16,1
	SD	3,2	3,5	4,1	4,7	3,2	4,1	2,7	2,2	2,4	15,1
Stoj s pátkou	Průměr	8,8	5,1	7,8	7,4	5,3	4,9	14,1	9,8	4,5	54,0
	SD	9,0	6,0	6,8	6,2	4,4	4,7	12,2	8,9	3,5	51,1

Vysvětlivky: SD – směrodatná odchylka, ET_L – m. erector trunci levá strana, ET_P – m. erector trunci pravá strana, OE_L – m. obliquus externus levá strana, OE_P – m. obliquus externus pravá strana, LD_P – m. latissimus dorsi pravá strana, LD_L – m. latissimus dorsi levá strana, I_P – m. infraspinatus pravá strana, D_P – m. deltoideus pravá strana, TB_P – m. triceps brachii pravá strana, TH_P – m. trapezius pravá strana

Z uvedené tabulky vyplývá, že průměrné hodnoty amplitudy při stoji bez pátky se liší od průměrných hodnot při stoji s pátkou. Největší změny zaznamenáváme u trapézového a podhřebenového svalu. Průměrné hodnoty u trapézu při stoji s pátkou, dosahují hodnoty více jak trojnásobně větší než průměrné hodnoty stoje bez pátky. Při základním postavení páčkaře s pátkou má páčkař zvednuté horní končetiny, tudíž při změně pohybu z klidového stoje bez držení pátky na základní stoj s držení pátky dochází u horních vláken trapézového svalu ke kontrakci. Kontrahovaná sestupná část trapézového svalu zdvihá lopatku a rameno. Stejně tak významnou funkci plní m. infraspinatus, který uskutečňuje zevní rotaci v ramenním kloubu. U středního vlákna deltového svalu je rozdíl průměrných hodnot amplitudy při stoji bez pátky a při stoji s pátkou menší než u trapézového a podhřebenového svalu. Při správném držení pátky (viz obrázek 8) jsou paže zvednuty vysoko nad úroveň ramen, tím pádem svalovou aktivitu

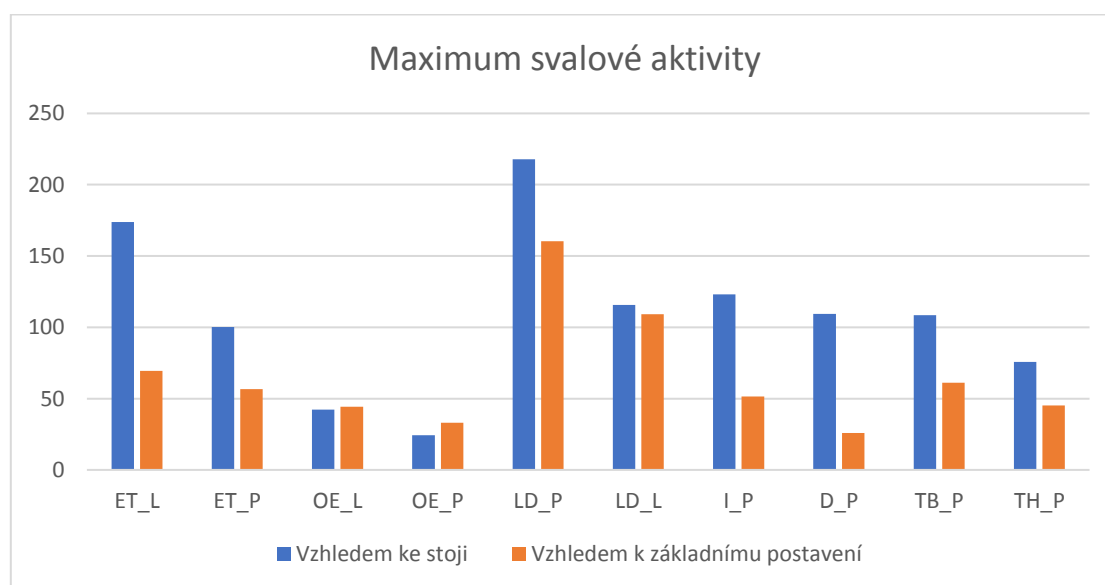
přebírá trapézový sval. Proto je velikost svalové aktivity ze sledovaných parametrů průměrných hodnot při stoji s pálkou u deltového svalu jen 9,8 μV oproti průměru hodnot u trapézového svalu, který činí 54 μV . U téměř většiny testovaných svalů byla svalová aktivita při stoji s pálkou vyšší než svalová aktivita při stoji bez páčky. Jedinou výjimkou byl m. latissimus dorsi sin., jehož aktivita je při zvednutí paží nad horizontálu minimální, a proto je u něj nižší aktivita při stoji s pálkou než při stoji bez páčky. To platí v případě levorukého páčkaře, který má levou paži zvednutou výše než pravou paži. Pokud by se jednalo o pravorukého páčkaře, lze předpokládat nižší svalovou aktivitu při stoji s pálkou u m. latissimus dorsi dx.

Tabulka 2. Nárůst svalové aktivity při stoji s pálkou v základním postavení vzhledem k stoji bez páčky v %

	ET_L	ET_P	OE_L	OE_P	LD_P	LD_L	I_P	D_P	TB_P 1	TH_P
Průměr	124	17	56	27	28	-7	300	247	42	235

Výsledky nárůstu svalové aktivity ukazují, jaký je procentuální nárůst aktivity vzhledem ke klidové poloze. Nejvyšší nárůst (tedy můžeme očekávat největší aktivaci) je na pravé straně u svalů m. infraspinatus, m. deltoideus a m. trapezius.

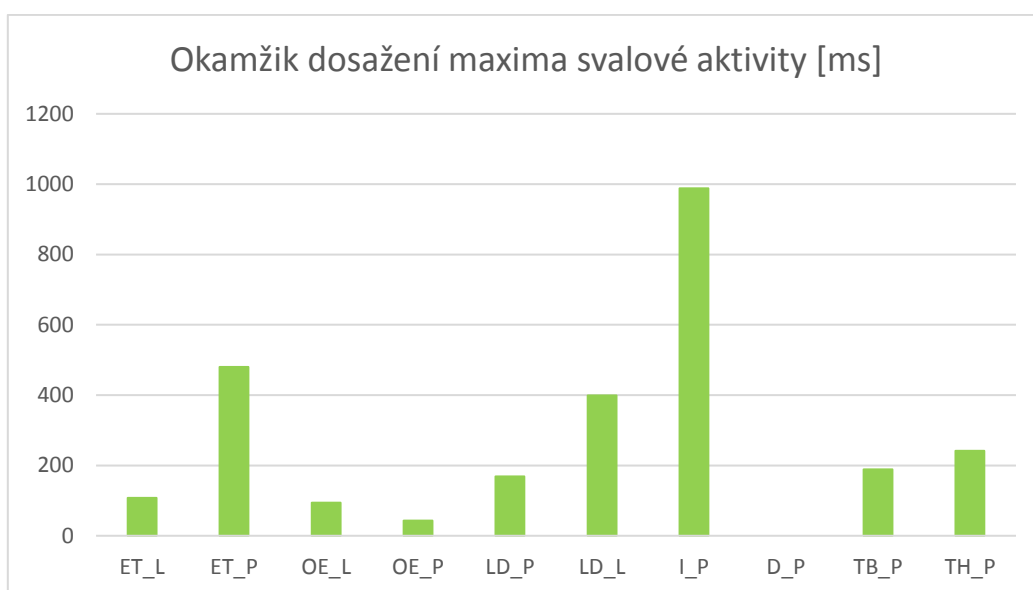
Mezi další zkoumaný prvek měření patřilo hodnocení svalové aktivity při odpalech. Z výsledných dat bylo určeno maximum svalové aktivity vzhledem ke stoji a maximum svalové aktivity vzhledem k základnímu postavení při držení páčky. Výsledky jsou graficky znázorněny (Obrázek 20).



Obrázek 20. Grafické zobrazení maximální svalové aktivity

Vodorovná osa zobrazuje sledované svaly, jejichž zkratky již byly vysvětleny výše (Tabulka 1). Svislá osa znázorňuje násobky průměrné aktivity v klidu. Oba sloupce vyjadřují maximum svalové aktivity během pohybu. Modrý sloupec vyjadřuje maximum aktivity vzhledem ke klidnému stoji a červený sloupec maximum aktivity vzhledem k základnímu postavení s pálkou. Pokud je rozdíl mezi sloupci u jednoho svalu velký, pak je sval poměrně aktivní již při základním postavení, pokud je malý, pak je v základním postavení málo aktivní. Z uvedeného grafu můžeme zjistit, že největší rozdíl je mezi modrým a červeným sloupcem u m. erector trunci sin. Z toho vyplývá, že sval je aktivní již v základním postavení s pálkou. Nejmenší rozdíl je u m. obliquus externus sin., proto je sval v základním postavení málo aktivní. Největší maximum svalové aktivity při odpalech vzhledem k základnímu postavení bylo zaznamenáno u širokého svalu zádového na pravé straně těla. Naopak nejnižší hodnotu maxima svalové aktivity při odpalu vzhledem k základnímu postavení s pálkou zaznamenal m. obliquus externus na pravé straně těla.

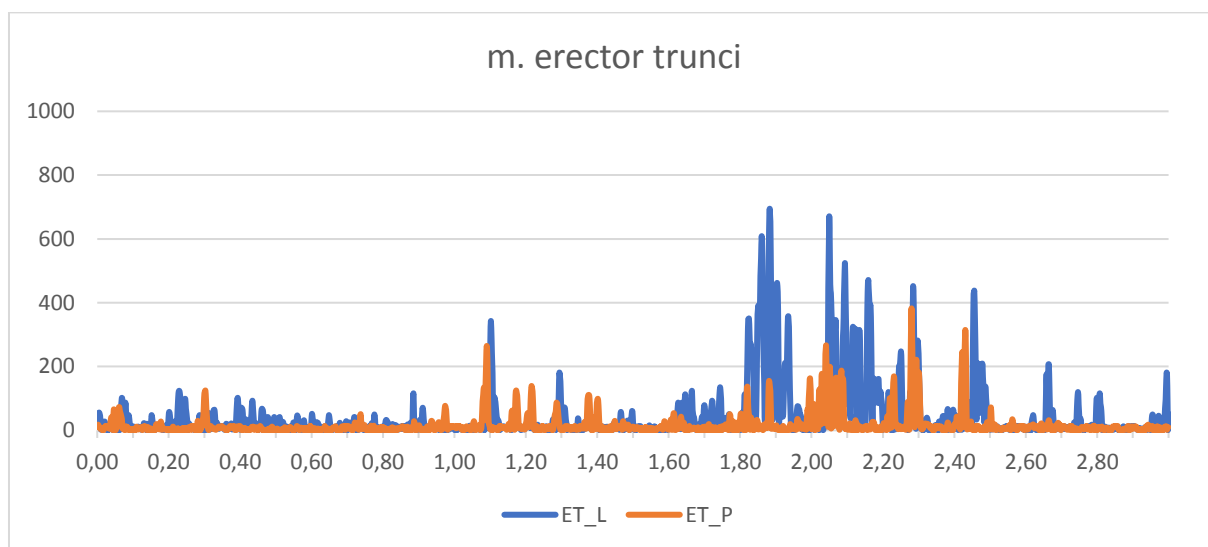
Při vyhodnocování elektromyografického záznamu je jednou z důležitých informací, kterou můžeme získat, počátek a konec aktivity svalů. Je to takzvané určení časové sekvence náboru jednotlivých svalů (timing). Určení počátku svalové aktivity není jednoduché. Je třeba stanovit aktivační hodnotu, která je dána součtem klidové svalové aktivity a jejich dvou směrodatných odchylek. Sval můžeme považovat za aktivní v té době, kdy překročí aktivační hodnotu (Krobot & Kolářová, 2011). V praxi se také za uvažovaný začátek nástupu udává deset procent maxima. V naší práci jsme se zaměřili na okamžik dosažení maxima svalové aktivity u jednotlivých svalů.



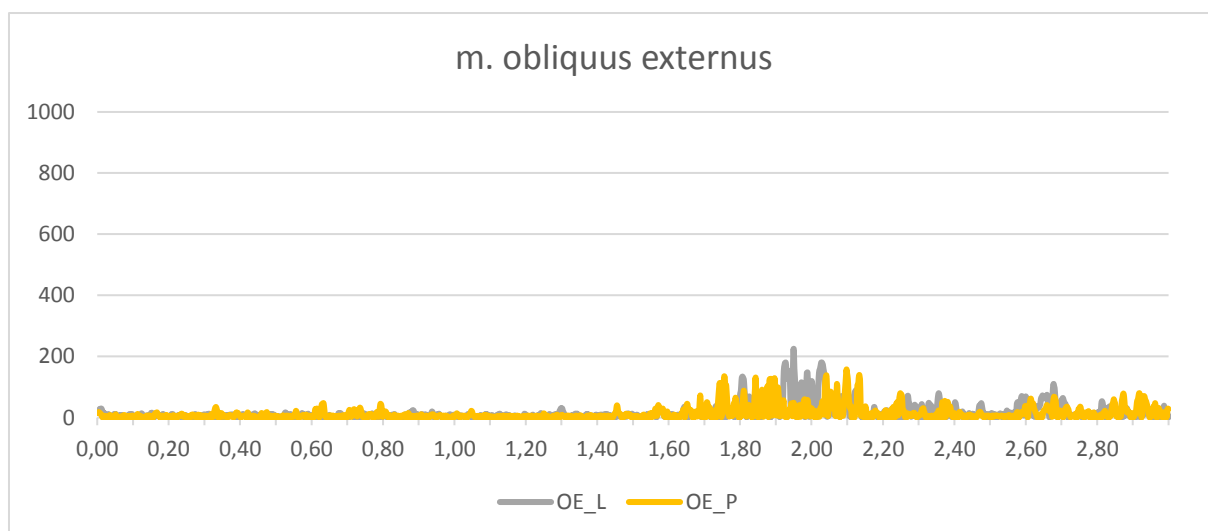
Obrázek 21. Graf zobrazující okamžik dosažení maxima svalové aktivity

Podle grafu, který je znázorněn výše (Obrázek 21) lze určit v jakém čase dosáhl daný sval svého maxima svalové aktivity. Z naměřených pokusů byl vypočítán medián u všech testovaných svalů. Výsledky ukázali, že střední část deltového svalu byla aktivována nejdříve. Proto mu byla přiřazena hodnota 0 a dosažení maxima u ostatních svalů bylo vztaženo k tomuto okamžiku. Následně maxima svalové aktivity dosáhl zevní šikmý sval břišní na pravé straně a 0,051 sekundy po něm i zevní šikmý sval břišní na levé straně. Jako čtvrtý v pořadí dosáhl maxima erector trunci na levé straně. Dále okamžiku maxima svalové aktivity dosáhli široký sval zádový na pravé straně a následně po něm široký sval zádový na levé straně. Trojhlavý sval pažní svého maxima dosáhl v 0,189 sekundě samotného pohybu při odpalu. Horní vlákno trapézu okamžiku maxima svalové aktivity dosáhlo v 0,242 sekundě. Nejpozději maxima svalové aktivity dosáhl erector trunci na pravé straně a musculus infraspinatus, který dosáhl maxima až téměř jednu sekundu po deltoideu. Podle času, kdy dosáhly svaly maxima můžeme určit jejich zapojení při švihů pálkou.

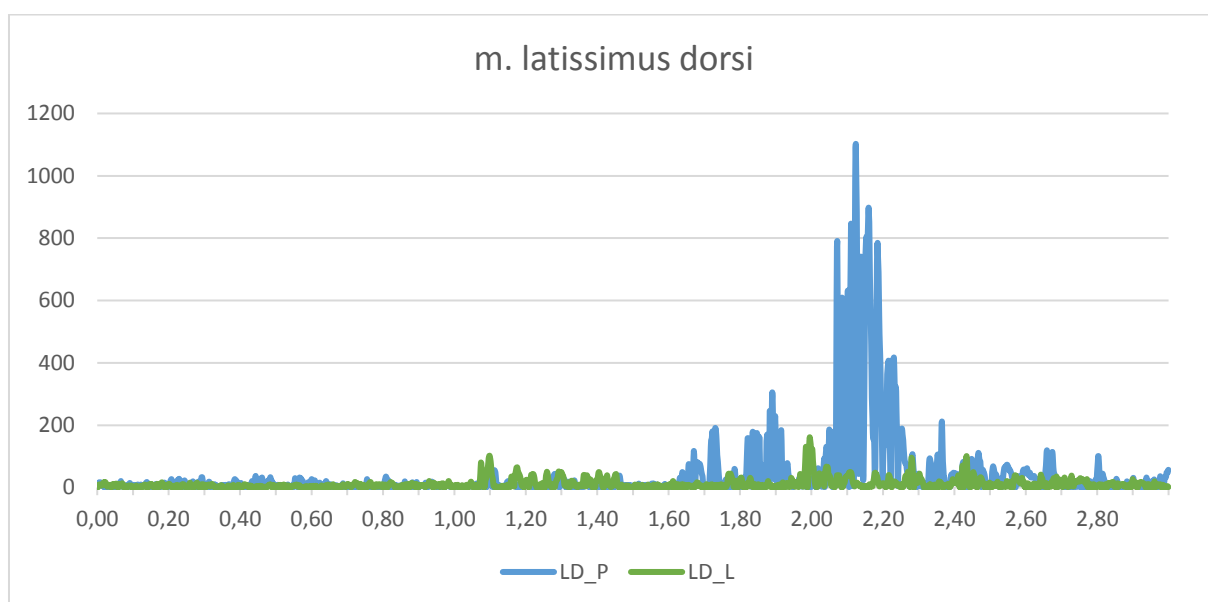
Průběh svalové aktivity při odpalu jsme sledovali u všech svalů. Na ose x je zobrazen čas (sekundy) a na ose y je zaznamenána svalová aktivita v mikrovoltech. Vyhodnocení svalové aktivity při odpalu je znázorněno níže. Z deseti odpalů byl vybrán třetí odpal, na kterém byl výsledek graficky vyhodnocen.



Obrázek 22. Průběh svalové aktivity u m. erector trunci

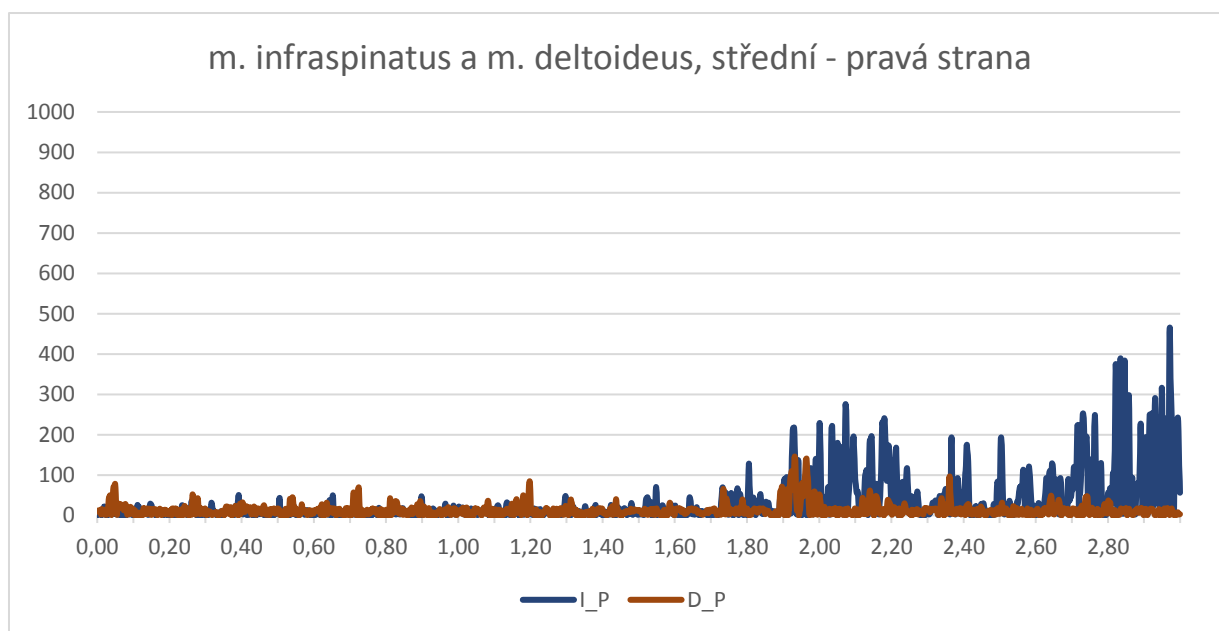


Obrázek 23. Průběh svalové aktivity u zevního šikmého svalu břišního



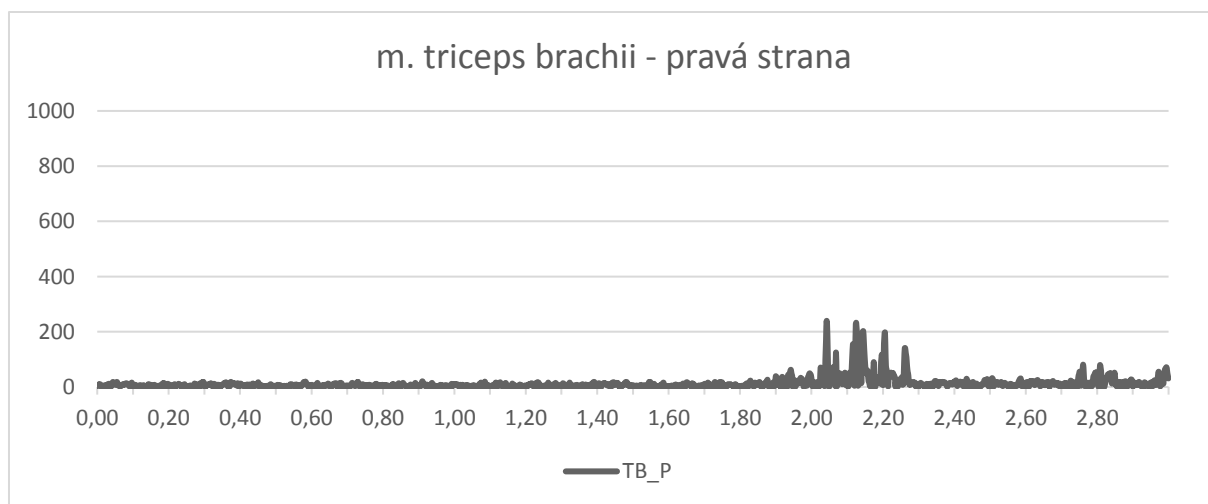
Obrázek 24. Průběh svalové aktivity u latissimus dorsi na levé i pravé straně

U širokého svalu zádového můžeme vidět (viz Obrázek 24) výrazně vyšší aktivitu na pravé straně těla. Sval je při švihu déle kontrahovaný kvůli rotaci paže pravé ruky.



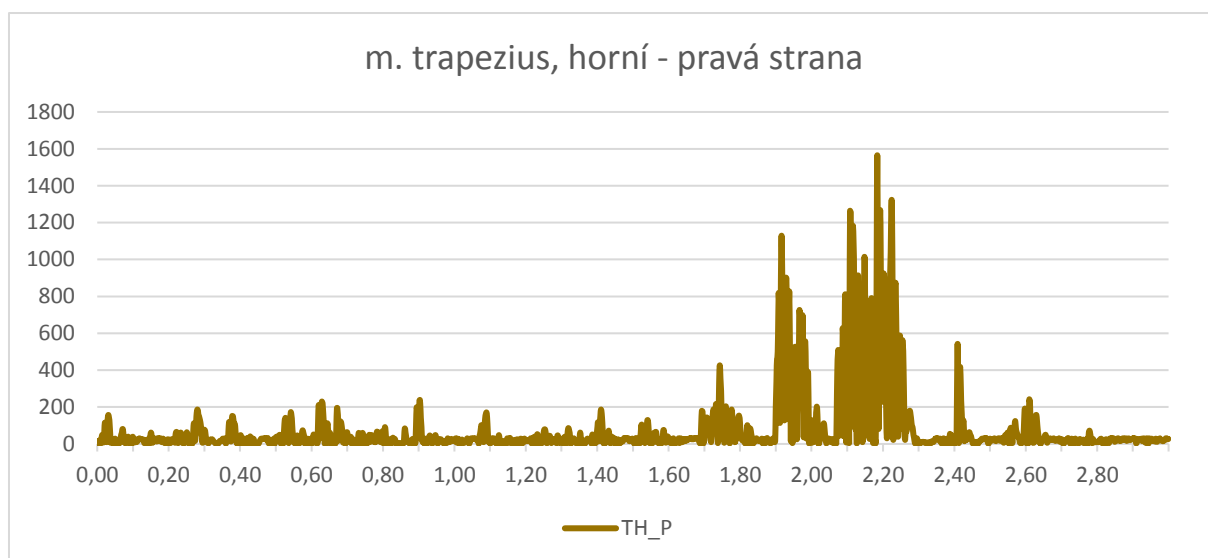
Obrázek 25. Průběh svalové aktivity u m. infraspinatus a m. deltoideus

Podle grafu na obrázku 25 je srovnání průběhu svalové aktivity u m. infraspinatus a střední části m. deltoideus. Podle průběhu lze usoudit, že m. infraspinatus svou maximální aktivitu zaznamenává až po maximální svalové aktivitě deltoideu. M. infraspinatus je v pořadí zapojování svalů do odpalu zaznamenán jako poslední. Může se proto uplatňovat při brždění pohybu.



Obrázek 26. Průběh svalové aktivity u m. triceps brachii

Trojhlavý sval pažní dosahuje největší aktivity těsně před kontaktem pálky s míčem. Při kontaktu dochází k propnutí paží a tím se sval zkracuje čili zaznamenává největší aktivitu.



Obrázek 27. Průběh svalové aktivity u horní části m. trapezius

Podle průběhu aktivity u trapézového svalu můžeme říct, že sval je poměrně aktivní po celou dobu odpalu. M. trapezius je sval mající vztah k pohybům ramennímu kloubu. Jelikož je ramenní kloub důležitým prvkem při švihů s pálkou, je proto i svalová aktivita trapézu důležitá při průběhu odpalu.

6 DISKUZE

Odpalování v softballe je koordinačně náročný pohybový úkol. Hardin (2018) ve své publikaci uvádí, že baseballový a softballový odpal, respektive švih, je založen na stejném principu. Při hodnocení provedení odpalu v softballu lze vycházet ze studií baseballového odpalu, protože provedení je velmi podobné. Vzhledem k tomu, že odpálení míče je složitá úloha, může analýza softballového švihu přinést zajímavé informace pro jeho optimalizaci. Identifikace míry svalové aktivity a timingu zapojení jednotlivých svalových skupin je důležité pro pochopení, jakou roli hrají tyto svaly po celou dobu odpalovací sekvence.

Existují studie, které se zabývají pouze kinematickým popisem baseballového odpalu. Jedna z takových je výzkumná studie, ve které se Welch, Banks, Cook a Draovitch (1995) zabývají zpracováním a vyhodnocením kinetických a kinematických dat s cílem určit zapojení jednotlivých segmentů pro studium biomechaniky odpalu.

V naší práci jsme se zaměřili na hodnocení softballového odpalu s cílem určit svalovou aktivitu prostřednictvím povrchové elektromyografie. Stejnou problematikou se zabýval i Kitzman (1964) který ve své studii srovnával svalovou aktivitu u hráčů baseballu a u jedinců, kteří baseball nikdy předtím nehráli. Mezi testované svaly patřili velký sval prsní, trojhlavý sval pažní a široký sval zádový. Pro svůj výzkum vybral pouze pravoruké pálkaře, tudíž výsledné hodnoty svalové aktivity u m. triceps brachii a latissimus dorsi, můžeme srovnat s naší studií s přihlédnutím toho, že jejich výsledky zjištěné na pravorukém pálkaři odpovídají v naší práci levorukém pálkaři. Nicméně lze konstatovat, že m. triceps brachii a jeho svalová aktivita je ve švihu podstatným faktorem při kontaktu pálky s míčem v průběhu švihu. Studie Reyese et al. (2011) ukázala, že m. triceps brachii začíná být ve švihu aktivní právě ve fázi, když dochází k extenzi paže a propnutí lokte před samotným kontaktem míče.

Nakata, Miura, Yoshie, Kanosue a Kudo (2013) ve své práci srovnávají model svalové aktivity u svalů dolních končetin během baseballového odpalu u zkušených hráčů a u nezkušených nováčků. Výsledky ukázaly, že svalová aktivita je vyšší u zkušených hráčů než u nováčků. Nicméně ve své práci nezahrnuli svaly trupu a horních končetin, které se také účastní odpalu.

Ve studii Shaffer, Jobe, Pink a Perry (1993) testovali svalovou aktivitu dolních končetin, trupu i horních končetin. Shaffer et al. uvádí, že m. deltoideus dosáhl maxima v před švihové fázi, což by odpovídalo pořadí zapojení deltového svalu v této bakalářské práci.

7 ZÁVĚRY

Výsledky této práce ukázaly, že při porovnání velikosti svalové aktivity ve stoji bez pátky a ve stoji s pálkou je největší svalová aktivita v trapézovém svalu. V případě širokého svalu zádového na levé straně byla průměrná hodnota amplitudy nižší ve stoji s pálkou oproti zbytku testovaných svalů, u nichž byla průměrná hodnota amplitudy vyšší.

Nejvyšší nárůst svalové aktivity při stoji s pálkou v základním postavení vzhledem k stoji bez pátky jsme zaznamenali u podhřebenového svalu, deltového svalu a horního vlákna trapézového svalu. Tím pádem je můžeme označit za svaly s největší aktivací při základním postavení.

Při zhodnocení svalové aktivity v pohybu jsme dospěli k závěru, že zevní šikmé svaly jsou málo aktivní vzhledem k základnímu postavení. Jelikož v průběhu odpalu dochází k rotaci trupu, lze předpokládat že jejich aktivita se zvyšuje až v momentě, kdy trup změní svou výchozí pozici. Nejnížší hodnota maxima byla stanovena u zevního šikmého svalu břišního na pravé straně těla. Je to především z toho důvodu, že levoruký pákář vytáčí při odpalu trup doprava a z funkčního hlediska zevní šikmý sval břišní na pravé straně rotuje páteř s hrudníkem přesně na opačnou stranu. Nejvíce aktivní při odpalu byl široký sval zádový na pravé straně. Jeho nejvyšší aktivita je spojena s pohybem pravé paže vpřed a následně směrem do zapažení.

Podle výsledných dat bylo určeno pořadí zapojení svalů do odpalu. Nejdříve maxima svalové aktivity dosáhl deltový sval. Následovaly zevní šikmé svaly břišní. Jako další v pořadí svého maxima dosáhl m. erector trunci sin. Další v pořadí zapojení byl m. latissimus dorsi dx. V zápětí po něm dosáhl maxima také m. latissimus dorsi sin. Šestý v pořadí byl trojhlavý sval pažní. Sedmý sval, který svého maxima dosáhl byl m. trapezius. Následně po něm maxima dosáhl i m. erector trunci dx. Nejpozději dosáhl maxima v průběhu švihu m. infraspinatus, a to přibližně o necelou sekundu později než m. deltoideus.

8 SOUHRN

Hlavním záměrem bakalářské práce bylo pomocí povrchové elektromyografie analyzovat odpal v softballe.

V první části literárního přehledu práce je uvedena charakteristika softballu, vznik a historie softballu ve světě, a především historie softballu v České republice. Dále je zde zařazena kapitola vysvětlující základní pravidla softballu, herní činnosti hráčů a vybavení hráčů. Následně je charakterizována správná technika odpalování. Kapitola odpalování se zaměřuje na základní postavení pálkaře v pálkařském boxu, spouštěcím mechanismem odpalu, negativním pohybem, správným držením rukou a horní částí těla, kontaktem míče a protažením rukou v závěrečné fázi odpalu.

V druhé části literárního přehledu je důkladně představena metoda elektromyografie s vlastní podkapitolou povrchová elektromyografie. Je zde popsán princip snímání elektrické aktivity ze svalů a způsob jejího využití v různých odvětvích. Tato kapitola také zdůrazňuje hlavní zásady pro práci s EMG i způsob aplikace elektrod.

V metodice práce je uvedena charakteristika testovaného probanda, kterým byla hráčka softballu s reprezentačními zkušenostmi. Dále je v metodách upřesněno zařízení pro měření povrchové elektromyografie (Trigno Wireless System) a jeho technická specifikace. Zpracování elektromyografického záznamu proběhlo podle tří úprav. Nejprve byl signál filtrován, následně byl záznam upraven pomocí Remove mean, tak aby průměrná hodnota v klidu byla nula a poté pomocí rektifikace byli záporné hodnoty převráceny do hodnot kladných. Takto zpracovaný záznam byl převeden do tabulkového softwaru. V této kapitole je uveden i průběh samotného měření, kdy hráčka nejprve provedla individuální rozcvičení a nastavila odpalovací stojan do vhodné pozice pro následné testování. Poté s pomocí fyzioterapeutky byly aplikovány snímací elektrody na vybrané svaly. Do kapitoly metodika je zařazen i popis a charakteristiku jednotlivých svalů, které byly použity pro měření. Pro přesnost údajů je vždy ke každému svalu připojen obrázek, který blíže určuje umístění elektrod na sledovaném subjektu.

Ve výsledcích jsou již obsaženy samotné výsledky svalové aktivity v rámci odpalování v softballe. Výsledky jsou zobrazeny pomocí grafů a tabulek, které nám blíže určují sledované aspekty. Nejdříve byla zhodnocena velikost svalové aktivity ve stoji bez pátky a ve stoji s pátkou, která ukázala, že největší svalová aktivita ve stoji a v základním postavení je v trapézovém svalu. Poté byl procentuálně posouzen nárůst svalové aktivity při stoji s pátkou v základním postavení vzhledem k stoji bez pátky. Z vyplynulých hodnot, lze určit že největšího

procentuálního nárůstu aktivity vzhledem ke klidové poloze bylo zaznamenáno u m. infraspinatus, m. deltoideus, m. trapezius. Při zhodnocení svalové aktivity při odpalu jsme došli k závěru, že zevní šikmé svaly břišní vykazují malou aktivitu vzhledem k základnímu postavení. Nejvíce aktivní při odpalu byl široký sval zádový na pravé straně. Dále byl ze získaných dat určen okamžik dosažení maximální svalové aktivity, z čehož bylo určeno pořadí zapojení jednotlivých svalů v průběhu odpalu (timing). Pořadí zapojení bylo následovné. První m. deltoideus, druhý a třetí m. obliquus externus abdominis, čtvrtý m. erector trunci sin., pátý m. latissimus dorsi dx., šestý m. latissimus dorsi sin. a m. triceps brachii. Sedmý sval, který svého maxima dosáhl byl m. trapezius. Následně po něm maxima docílil i m. erector trunci dx. Nejpozději z hlediska timingu se do průběhu švihů zapojil m. infraspinatus, a to přibližně o necelou sekundu později než m. deltoideus.

Poslední zmiňovaný (m. infraspinatus) dosáhl svého maxima až sekundu po dosažení maxima u deltového svalu. V poslední části výsledků jsou připojeny grafy znázorňující průběh svalové aktivity u jednotlivých svalů při vybraném odpalu.

Výsledky této bakalářské práce mohou sloužit pro hráče či trenéry softballu, kteří chtějí získat či prohloubit své poznatky v oblasti softballového odpalu. Zejména prostřednictvím objasnění, které svaly a v jaké míře se při odpalu aktivují.

9 SUMMARY

The main aim of this bachelor thesis is to analyse the batting in softball with using surface electromyography.

The first part of the literary review presents the characteristics of softball, the origin and history of softball in the world, and especially the history of softball in the Czech Republic. In addition, there is a chapter explaining the basic rules of softball, gaming activities of players and equipment of players. Then there is a chapter describing the correct batting technique. The batting chapter focuses on the basic position of batter in batting box, trigger mechanism, negative movement, proper hand and upper body hold, ball contact and extension of the hand in the final shot.

In the second part of the review, the electromyography method with its own sub-chapter of surface electromyography is thoroughly presented. There is described the principle of sensing electrical activity from muscles and how to use it in various areas. This chapter also highlights the guiding principles for working with EMG and how to apply electrodes.

In the methodology of the work there is a characteristic of the tested proband, who was a softball player with representative experience. Furthermore, the methods for measuring surface electromyography (Trigno Wireless System) and its technical specification are specified in the methods. The electromyographic record was processed according to three modifications. First, the signal was filtered, then the record was modified using Remove mean, so that the average value at rest was zero and then by rectification the negative values were reversed to positive values. This processed record was converted to spreadsheet software. This chapter also shows the course of the measurement itself, when the player first performed an individual warm-up and set the launcher to a suitable position for subsequent testing. Then, with the help of a physiotherapist, the sensing electrodes were applied to selected muscles. In the chapter methodology is also included description and characteristics of individual muscles, which were used for measurement. For the accuracy of the data, a picture is always attached to each muscle, which specifies the location of the electrodes on the subject.

The results already include the results of the muscle activity in the softball. The results are shown using graphs and tables that determine the aspects of interest. At first, the magnitude of the muscle activity in standing without the bat and standing with the bat was evaluated, which showed that the greatest muscle activity in standing and in the basic position is in the trapezium muscle. Thereafter, the increase in muscle activity during standing with the bat in the base position relative to the standing without the bat was evaluated. From the resulting values, it can

be determined that the greatest percentage increase in activity relative to resting position was recorded in m. Infraspinatus, m. Deltoideus, m. Trapezius. In evaluating muscle activity at the batting, we concluded that the external oblique muscles show little activity relative to baseline. The most active at the batting was the wide back muscle on the right. Furthermore, the time to reach maximum muscle activity was determined from the data obtained, and the order of engagement of the individual muscles during the timing was determined. The order of engagement was as follows. The first m. Deltoideus, the second and the third m. Obliquus externus abdominis, the fourth m. Erector trunci sin., The fifth m. Latissimus dorsi dx., The sixth m. Latissimus dorsi sin. and m. Triceps brachii. The seventh muscle, which reached its maximum was m. Trapezius. Subsequently, the maximum was achieved by m. Erector trunci dx. At the latest in terms of timing, m. Infraspinatus was involved during the swing approximately one second later than m. Deltoideus.

The last-mentioned muscle (m. Infraspinatus) reached its maximum up to a second after reaching the maximum in the deltoid muscle. In the last part of the results there are graphs showing the course of muscle activity in individual muscles with selected shot.

The results of this bachelor thesis can serve for players or softball coaches who want to gain or deepen their knowledge in the field of softball. Especially by clarifying which muscles and to what extent they are activated in softball batting.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Ainsworth, M. (2019). *Photos: Dirt goes flying! Jayda Coleman, The Colony best Birdville in bi-district playoff clash*. Retrieved 30.5.2019 from the World Wide Web: <https://sportsday.dallasnews.com/high-school/highschoolsphotos/2019/04/26/photos-dirt-goes-flying-jayda-coleman-colony-best-birdville-bi-district-playoff-clash>
- Barbero, M., Merletti, R., & Rainoldi, A. (2012). *Atlas of muscle innervation zones: Understanding surface electromyography and its applications*. Milan: Springer, New York, NY.
- Beneš, J. (2017). *EAG-CHK 10*. Retrieved 9.1.2019 from the World Wide Web: <https://softball.cz/modules.php?op=modload&name=egallery&index=0&file=index&do=showpic&pid=45098&orderby=dateA>
- Chowdhury, R. H., Reaz, M. B. I., Bin Mohd Ali, M. A., Bakar, A. A. A., Chellappan, K., & Chang, T. G. (2013). Surface electromyography signal processing and classification techniques. *Sensors (Switzerland)*, 13(9), 12431–12466. <https://doi.org/10.3390/s130912431>
- Čihák, R. (2001). *Anatomie* (2., upr. a). Praha: Grada.
- De Luca, C. J. (1997). The Use of Surface Electromyography in Biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics*, 13, 1–38.
- Dimon, T. (2017). *Anatomie těla v pohybu: základní kurz anatomie kostí, svalů a kloubů* (2, vyd.). Praha: Euromedia.
- Dutra, T. (2010). Baseball and softball. In M. B. Werd & E. Leslie Knight (Eds.), *Athletic footwear and orthoses in sports medicine* (pp. 303–306). New York, N.Y.: Springer, New York, NY. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-76416-0>
- Hardin, J. (2018) *Championship hitting*. Retrieved 7.2.2019 from the World Wide Web: http://www.sport.ca/uploads/documents/l182-1842-championship_hitting.pdf
- Holešovská, H. (2008). *Regenerace nadhazovače v softballu*. Bakalářská práce, Masarykova Univerzita, Fakulta sportovních studií, Brno.

- Holešovská, H. (2011). *Biomechanická 3D analýza odpalu v softballu*. Diplomová práce, Masarykova Univerzita, Fakulta sportovních studií, Brno.
- Hynek, J. (2011). *Masarykův tábor YMCA na Sázavě slaví 90. sezónu*. Retrieved 13.11.2018 from the World Wide Web: <http://amos.adam.cz/clanek-2011080049-masarykuv-tabor-ymca-na-sazave-slavi-90-sezonu.html>
- Kadaňka, Z., Bednařík, J., & Vohánka, S. (1994). *Praktická elektromyografie: Určeno pro postgrad. vzdělávání lékařů*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví.
- Kasman, G. S., & Wolf, S. L. (2002). *Surface EMG made easy: A beginner's guide for rehabilitation clinicians*. Scottsdale, AZ: Noraxon.
- Keller, O. (1999). *Obecná elektromyografie: fyziologické základy a elektrofyziologická vyšetření se zvláštním zřetelem k rozboru potenciálů motorické jednotky*. Praha: Triton.
- Kitzman, E. W. (1964). Baseball: Electromyographic Study of Batting Swing. *The Research Quarterly*, 35(2), 166–178. <https://doi.org/10.1080/10671188.1964.10613295>
- Krobot, A., & Kolářová, B. (2011). *Povrchová elektromyografie v klinické rehabilitaci* (1,vyd.). Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Liss, V., & Východský, P. (2014). *Pravidla softballu 2014-2017*. Retrieved from https://softball.cz/download/2014/Pravidla_2014-2017_final_20140228.pdf
- Malik, H. (2018). *Sikap badan batter softball*. Retrieved 19.11.2018 from the World Wide Web: <https://www.softball-tutor.com/2018/10/sikap-badan-pemain-pemukul-saat.html>
- Nakata, H., Miura, A., Yoshie, M., Kanosue, K., & Kudo, K. (2013). Electromyographic analysis of lower limbs during baseball batting. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(5), 1179–1187.
- Potter, D. L., & Johnson, L. V. (2007). *Softball: steps to success*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Přidalová, M., & Riegerová, J. (2002). *Funkční anatomie I*. Olomouc: Hanex.

- Reyes, G. F., Dickin, C. D., Crusat, N. J., & Dolny, D. G. (2011). Whole-body vibration effects on the muscle activity of upper and lower body muscles during the baseball swing in recreational baseball hitters. *Sports Biomechanics*, 10(4), 280–293.
<https://doi.org/10.1080/14763141.2011.629208>
- Rodová, D., Mayer, M., & Janura, M. (2001). Současné možnosti využití povrchové elektromyografie. *Rehabilitace a Fyzikální Lékařství*, 8(4), 173–177.
- Shaffer, B., Jobe, F. W., Pink, M., & Perry, J. (1993). Baseball Batting: An Electromyographic Study. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (292), 285–293.
<https://doi.org/10.1097/00003086-199307000-00038>
- Snails Kunovice (2017). IMG 6387. Retrieved 13.11.2018 from the World Wide Web:
<http://www.snails.cz/fotogalerie/?gal=2017-06-11-EXZ-Ledenice-Kunovice>
- Sonderberg, G. L., & Knutson, L. M. (2000). A Guide for Use and Interpretation of Kinesiologic Electromyographic Data. *Physical Therapy*, 80(5), 485–498.
- Steffen, D. (2017). *Finale HOL – ITA 68*. Retrieved 9.1.2019 from the World Wide Web:
<https://softball.cz/modules.php?op=modload&name=egallery&index=0&file=index&do=showpic&pid=46280&orderby=dateA>
- Steffen, D. (2018). *1 CZE-JAP 053*. Retrieved 22.1.2019 from the World Wide Web:
<https://softball.cz/modules.php?op=modload&name=egallery&index=0&file=index&do=showpic&pid=55348&orderby=dateA>
- Süss, V. (2003). *Softball a baseball: technika, herní situace, pravidla*. Praha: Grada Publishing.
- Süss, V. (2005). Sportovní hry s pálkou. In F. Táborský (Ed.), *Sportovní hry II: základní pravidla, organizace, historie* (p. 102). Praha: Grada Publishing.
- Vecteezy. (2019). *Softball Equipment Vector*. Retrieved 16.12.2018 from the World Wide Web:
<https://www.vecteezy.com/vector-art/164246-softball-equipment-vector>
- Waage, G. (2014). *Padesát let softballu a baseballu*. Praha: Česká softballová asociace.
- Welch, C. M., Banks, S. A., Cook, F. F., & Draovitch, P. (1995). Hitting a Baseball: A Biomechanical Description. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 22(5).