UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu

Srovnávací analýza činnosti vybraných svalových skupin pomocí elektromyografie u vybraných druhů nadhozů v softbale

Diplomová práce

Vedoucí práce:
doc. PhDr. Vladimír Süss, Ph.D.

Zpracoval:
Jiří Brabec

září 2010

Abstrakt:

- **Název práce:** Srovnávací analýza činnosti vybraných svalových skupin pomocí elektromyografie u vybraných druhů nadhozů v softbalu.

- **Cíle práce:** Změřit zapojení vybraných svalových skupin v různých fázích nadhozů a následně porovnat toto zapojení svalů mezi různými druhy nadhozů.

- **Metoda:** Povrchová elektromyografická analýza a jednoduchá kinematická analýza.

- **Výsledky:** Výsledky nám ukazují rozdíly v technice daných druhů nadhozů.

- **Klíčová slova:** Softbal, softbalový nadhoz, rychlý nadhoz (fastball), stoupavý nadhoz (raiseball), padavý nadhoz (dropball), zpomalený nadhoz (change-up), točený nadhoz (curveball), elektromyografie

Abstract:

- **Title:** The Comparative analysis of selected muscle groups function in the specific kinds of softball pitches by means of the surface electromyography.

- **Purposes:** Goal of the thesis is to measure involvement of selected muscle groups at different stages of a softball pitch and then compare this activity for different types of pitches.

- **Methods:** Surface electromyography analysis and a simple kinematic analysis.

- **Results:** The results show differences in a technique for the different types of pitches.

- **Key words:** Softball, softball pitch, fastball, raiseball, dropball, change-up, curveball, electromyography

Touto cestou bych chtěl poděkovat všem, kteří mi s prací pomohli, zejména
doc. PhDr. Vladimíru Süssovi, Ph.D. a doc. PaedDr. Bronislavu Kračmarovi, CSc.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem použil pouze literaturu uvedenou v seznamu bibliografické citace. _____

Svoluji k zapůjčení diplomové práce ke studijním účelům.

Prosím, aby byla vedena přesná evidence vypůjčovatelů, kteří musejí pramen převzaté literatury řádně citovat.

Obsah:

1. Úvod 7

2. Teoretická část 8

2.1. Charakteristika softbalu 8

2.1.1. Charakteristika pálkovacích her softbalu a baseballu 8

2.1.2. Charakteristika softbalu 8

2.1.3. Historie a současnost softbalu nejen v Čechách 9

2.1.4. Pravidla softbalu 10

2.2. Uvedení do problému nadhazování 11

2.2.1. Pravidla nadhazování 12

2.2.2. Charakteristika sportovního výkonu nadhazovače 18

2.3. Technika a fáze hodu spodním obloukem (fastpitchového nadhozu) 24

2.3.1. Jednotlivé fáze nadhozu 25

2.3.2. Rozdělení a technika různých druhů nadhozů 30

2.4. Biomechanika softbalového nadhozu 43

2.5. Funkce svalů a jejich struktura 44

2.6. Vybrané svaly a jejich funkce 46

2.6.1. Umístění elektrod na těle měřeného nadhazovače 52

2.7. Cíle práce a úkoly práce 53

2.8. Metodika práce 53

2.8.1 Charakter výzkumu 53

2.8.3. Charakteristika použitých metod 54

2.9. Organizace výzkumu 57

2.10. Metody hodnocení 57

2.10.1. Popis srovnání zapojení svalů u nadhozů 57

3. Empirická část 58

3.1. Výsledky 58

3.2. Grafické znázornění EMG 59

3.2.1. Popis grafů 59

3.2.2. Grafy jednotlivých pokusů 59

3.3. Srovnání zapojení svalů u vybraných druhů nadhozu 77

4. Závěr 87
5. Seznam použité literatury 89

1. ÚVOD

Tato diplomová práce je směřována do oblasti softbalu a to na nejdůležitější část herního výkonu týmu nadhoz. Jako hlavním tématem této práce se zabývám srovnáváním rozdílného zapojení vybraných svalů při různých fázích softbalových nadhozů u rozdílných druhů nadhozů. K tomuto účelu jsem využil možnosti povrchové 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. (Kasman, 2002).

Diplomovou práci jsem rozdělil do čtyř základních částí: na úvodní, teoretickou, empirickou a závěrečnou část. V teoretické části se zabývám charakteristikou sportovní disciplíny, která popisuje problematiku softbalu, od historie, přes pravidla k současnému stavu v tomto sportovním odvětví. Dále charakteristikou sportovního výkonu nadhazovače z hlediska faktorů ovlivňujících tento výkon, technikou a fázemi hodu spodním obloukem. Také zmiňuji biomechaniku nadhozu, popis a funkci měřených svalů. V této části také uvádím do problému povrchové elektromyografie.

Náplní empirické části je analýza EMG dat pořízených při nadhozech. Dále porovnání a srovnání výsledků zapojení vybraných svalů mezi danými fázemi různých druhů nadhozů.

1. Teoretická část

1.1. Charakteristika softbalu

2.1.1. Charakteristika pálkovacích her softbalu a baseballu

Softbal společně s baseballem patří mezi nejrozšířenější pálkovací hry na světě. Oba tyto sporty byly na programu olympijských her, ale pravděpodobně naposledy v Pekingu 2008, protože v roce 2005 byly vyřazeny z programu pro hry v Londýně. I přes značné pokusy tuto skutečnost změnit, se zatím návrat těchto dvou her na program OH nekoná.

Zásadní vliv na výsledek utkání má týmový herní výkon, na kterém se nejvíce podílí individuální výkon nadhazovače. A také zde je největší rozdíl mezi těmito hrami, v baseballu nadhazovač hází převážně horním obloukem, naproti tomu v softbalu je povolen pouze nadhoz spodním obloukem.

„Obě pálkovací hry jsou podstatou shodné a rozdílů mezi nimi není mnoho. Baseball je pouze pro muže, na rozdíl od softballu, který mohou hrát jak mužská tak i ženská družstva. Některé varianty softbalu dovolují i družstva smíšená.“ (Süss, 2003, s. 19.) Jak už bylo řečeno, v základních principech se softbal s baseballem shodují. Hlavními rozdíly mimo již zmíněný nadhoz jsou: velikost míče, rozměry hřiště, vzdálenosti mezi metami, rozdílnost výběhů z met, počet směn hraných v jednom zápase a pár dalších menších rozdílů. Softbal nemá tak velké nároky na prostor a čas.

2.1.2. Charakteristika softbalu

Softbal je pálkovací hra, která vznikla koncem předminulého století, na principech a mírné úpravě baseballový pravidel.(Süss, 2003).

Softbal jako sport není jednotný a rozdělujeme ho na dvě odvětví: fastpitch a slowpitch. Slowpitch je spíše rekreační formou, která se těší velké oblibě, protože ho mohou hrát mužské, ženské či koedukované týmy. Hlavní rozdíly mezi fastpitchem a slowpitchem jsou v rozměru hřiště a způsobu nadhazování. Při slowpitchi musí mít nadhoz převýšení mezi 1,8 až 3,6m. Naproti tomu fastpitch je spíše formou výkonnostní, kde nadhozy nemají žádné

omezení, co se týče převýšení, a v podání těch nejlepších světových nadhazovačů mohou dosahovat rychlostí až 140 km/h.

Hlavní část členské základny se nachází v Severní a Jižní Americe (Kanada, USA, Argentina, Mexiko, Venezuela) a karibské oblasti. Dále je softbal velmi populární v Austrálii, Novém Zélandu, Japonsku, Číně, Koreji, Tchaj-wanu, dokonce má bohatou tradici i na africkém kontinentě (JAR, Botswana). V Evropě převládá spíše ženský softbal (Itálie, ČR, Holandsko, Velká Británie, Španělsko, Řecko, Rusko, Německo, Švédsko, Slovensko, Rakousko atd..), mužské základny se nacházejí především v České republice, Dánsku, Holandsku, Belgii, Velké Británii a Izraeli.

Naše ženské reprezentace patří mezi širší evropskou špičku (Itálii, Holandsko, Velkou Británii, Řecko, Rusko) a vždy sahají na ME po medailích, na posledním ME skončila na 2. místě za Holandskem a postoupila na MS do Venezuely. Mužská reprezentace hraje v Evropě prim a z posledních 7 evropských šampionátů pětkrát vyhrála a pomalu se začíná řadit do širší světové špičky (Nový Zéland, Kanada, Austrálie, Japonsko, Argentina, USA, Venezuela). Bohužel na posledním světovém šampionátu nepostoupila do vyřazovacích bojů a neobhájila umístění z předchozích dvou šampionátů (6., respektive 7. místo) a skončila na 9. místě z 16 účastníků. Mistrem světa se stali jednoznačně Australané.

2.1.3. Historie a současnost softbalu nejen v Čechách

„Počátky softbalu najdeme na konci 19. století, kdy vzniká průpravná hra v tělocvičně pro potřeby baseballových hráčů. Pro účely tréninku v tělocvičně bylo nutno změnit hřiště, zvětšit míč a zkrátit pálku. Tato průpravná hra, známá pod názvem indoor-outdoor, se však příliš nerozšířila. Do roku 1920 neexistují jednotná pravidla ani jednotný název. Ke sjednocení pravidel a prvnímu turnaji dochází v roce 1930. První mezinárodní turnaj byl uspořádán při příležitosti světové výstavy v Chicagu v roce 1933 a v této době se začal používat název softbal. V roce 1952 byla založena ISF (Internacinal Softball Federation). Od roku 1965 se pravidelně pořádají mistrovství světa pro ženy, od roku 1966 pro muže.“ (Süss, 2003, s. 10.). V současné době má 128 zemí na světě svojí vlastní softbalovou federaci.

Softbal se do Čech dostává v době první republiky, kdy ho sem „dovážejí“ profesor Machotka a Joe First členové sdružení YMKA. Stává se z něj táborový sport, který je spíše znám pod jménem český pasáček či playgroundball. Na FTVS se dostává tento sport díky doc. F. Stiebitzovi kolem roku 1950. Doc. F.Stiebitz také vydává první učebnici věnující se

tomuto sportu. První kluby (Meteor, Tempo apod.) a pravidelné soutěže vznikají v šedesátých letech, největší „boom“ nastává v devadesátých letech, a to hlavně díky tomu, že se softbal stává součástí výuky na základních, středních a hlavně vysokých školách, při kterých vzniká velké množství klubů(Technika Praha, Chemie Praha, FEL Praha, Iuridica Praha atd.). V současnosti je u nás registrováno 3661 hráčů (1970 mužů a 1691 žen) hrajících pravidelné soutěže za více jak 75 klubů.

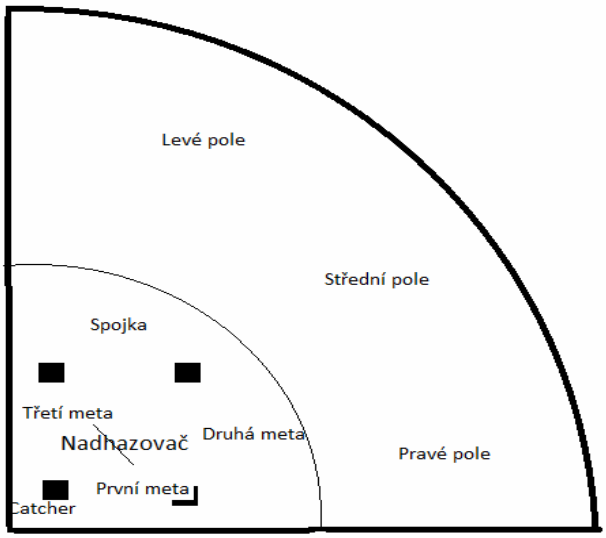
2.1.4. Pravidla softbalu

V krátkosti bych chtěl ještě zmínit nejdůležitější pravidla softbalu. Oficiální rozměry hřiště pro fastpitch jsou 76,2m pro muže a 67,06m pro ženy od domácí mety. Hřiště má tvar ¼ kruhové výseče. Vzdálenost nadhazovací mety je pro muže 14,02 m a pro ženy 13,11 m od domácí mety. Vzdálenosti met jsou pro muže i ženy stejné a to 18,29 m.

Softbal se hraje na 7 směn, pokud není dáno jinak soutěžním řádem dané soutěže či turnaje. (Na turnajích se často hraje na určitý čas plus dohrávku.) Také může zápas skončit předčasně díky velkému rozdílu ve skóre, což většinou bývá 7(mužská soutěž) či 10(ženská soutěž) bodů po 5. směně nebo 15 bodů po 4. směně. Jedna směna odpovídá úseku zápasu, kdy se obě družstva vystřídají v obraně (v poli) a v útoku (na pálce). Výměna se vždy koná po třech vyautovaných hráčích útoku. Obrana může dosáhnout autu vícero možnostmi. Například chycením odpáleného míče přímo ze vzduchu, tečováním běžce mezi metami, hozením tří dobrých nadhozů, aniž by je byl pálkař odpálil, zašlápnutím mety při nuceném postupu či dalšími možnostmi víceméně technického rázu, jako je předčasné opuštění mety běžcem, vyběhnutí běžce mimo spojnici běžce a mety pokud je na něj hráno, vnitřním chycením balonu, bráněním polařům při zpracováním míč atd.

Hráči v softbalu se specializují na různé posty v poli, podle svých dovedností a schopností. Ve vnitřním poli je to post nadhazovače, na jehož výkonu z velké části závisí celý výkon týmu, dále na post catchera (zadáka), prvního metaře, druhého metaře, třetího metaře a spojky. Ve vnějším poli jsou to posty: levého polaře, středního polaře, pravého polaře. Tyto posty mají svoje základní postavení (viz obr. 2.1.1.). Toto postavení se však může měnit v závislosti na různých faktorech. Třeba na klimatických podmínkách (vítr, rychlost povrchu, mokrý povrch atp.), taktických variantách (hra proti bodu, hra proti slapu či ulejvce, podle druhu a umístění nadhozu, podle soupeřova pálkaře, podle aktuálního stavu zápasu atp.).

Obr. 2.1.1. Ilustrační rozmístění hráčů v poli



2.2. Uvedení do problému nadhazování

Obr. č. 2.1.2. Ilustrační obrázek nadhozu.

Nadhazovač společně se zadákem nejevíce ovlivňují celý průběh zápasu. Zjednodušeně řečeno, podílejí skoro na každé rozehře a jejich rozhodnutím či výkonem je tato rozehra ovlivněna. Výběr druhů nadhozů a jejich umístění ve strike zóně či poblíž ní má většinou na starosti zadák, na nadhazovači už pak je, jak zadákovi pokyny splní.

„Pro výběr nového nadhazovače je asi nejdůležitější vlastnost pracovitost a pevná vůle chtít něco dokázat. Je samozřejmě vhodnější vysoký hráč, zejména v mužském softballu. Ale i hráči menší postavy se mohou uplatnit v mnoha soutěžích." (Süss, 2000, s. 76.)

Nadhazovač má své postavení v poli dáno přímo pravidly. „Musí se v okamžiku zahájení nadhozu dotýkat oběma nohama nadhazovací mety. Po skončení provedení nadhozu se nadhazovač zapojuje normálně do hry v poli, jako každý jiný polař. Má své povinnosti pro zpracování odpalů, krytí met i zabíhání. Nejčastěji zabíhá všechny příhozy vnějších polařů do vnitřního pole. Nejen na domácí metu, ale i v okamžiku jednometového odpalu příslušného vnitřního polaře." (Süss, 2000, s. 78.)

2.2.1. Pravidla nadhazování

KAPITOLA VI. - NADHAZOVÁNÍ

§1. Před nadhozem. Před zahájením nadhozu musí nahazovač zaujmout postavení na nadhazovací metě.

a. Nadhazovač nesmí zaujmout nadhazovací postavení na metě nebo v její blízkosti, dokud nemá míč v ruce.

b. Nadhazovač nemůže zaujmout nadhazovací postavení, dokud chytač ve svém území není připraven chytit míč.

c. Musí pevně stát na obou nohou a musí se oběma nohama dotýkat nadhazovací mety. Boky musí mít rovnoběžně se spojnicí první a třetí mety.

d. Nadhazovač může přijímat nebo být připraven přijímat signály od chytače pouze v postavení s míčem v jedné ruce nebo v rukavici a rukama rozpojenýma, pokud stojí oběma nohama na nadhazovací metě.

e. Po přijetí signálů a před započetím nadhozu musí být nadhazovač se spojenýma rukama před tělem, s míčem v ruce nebo v rukavici a čelem k pálkaři v naprostém klidu po dobu nejméně 2 (dvě) a nejvýše 5 (pět) sekund.

(…)

§ 3. Správný nadhoz

a. Nadhazovač nesmí provést žádný pohyb nesouvisející s nadhozem.

b. Nesmí provést takový pohyb, kdy rozpojí ruce, švihne jimi dozadu a zpět a znovu spojí ruce před tělem.

c. Nesmí švihový pohyb paže směrem vpřed přerušit nebo dokonce změnit jeho směr v opačný.

d. Při otáčivém nadhozu nesmí nadhazovač provést paží víc než jeden kruh. Před zahájením otáčivého nadhozu smí nadhazovač provést nápřah vzad.

e. Během dokončení otočky musí být ruka níže než bok a zápěstí nesmí být dále od těla než loket.

f. Pohyb paže a ruky v zápěstí během a po vypuštění míče musí směřovat vpřed před tělo.

g. Obě nohy musí zůstat v kontaktu s nadhazovací metou a stojná noha musí zůstat v klidu až do zahájení nadhozu.

h. Stojná noha musí zůstat v kontaktu s nadhazovací metou až do doby, kdy se od ní odrazí nebo od ní odskočí.

i. Během nadhozu musí nadhazovač vykročit současně s vypuštěním míče z ruky. Vykročení musí být směrem k pálkaři v rozmezí šířky nadhazovací mety (61 cm).

POZNÁMKA: Za vykročení se nepovažuje, jestliže stojná noha sklouzne napříč nadhazovací metou za předpokladu, že zůstane v kontaktu s metou a nedojde k zákroku druhou – nestojnou (švihovou) nohou. Zhoupnutí dozadu, při kterém nadhazovač zvedne stojnou nohu z mety, se považuje za nesprávný nadhoz.

j. Stojná noha musí zůstat v kontaktu s nadhazovací metou nebo se od ní odtáhnout či odrazit nebo být ve vzduchu před dopadem švihové nohy na zem.

POZNÁMKA: Za správný nadhoz se považuje odtažení nebo odskok a následný dopad, pokud počáteční odraz byl od nadhazovací mety. Odstoupení stojné nohy z mety a následné

odtažení nebo odskok se považuje za nesprávný nadhoz. k. Nadhazovač se nesmí odrazit z jiného místa než od nadhazovací mety před tím, než rozpojí ruce.
l. Nadhazovač nesmí po vypuštění míče z ruky pokračovat v otáčivém nadhozu.

m. Nadhazovač nesmí úmyslně upustit, kutálet nebo nadhodit úmyslně o zem, aby tím znemožnil pálkaři odpal.

n. Nadhazovač musí nadhodit do 20 vteřin od chvíle, kdy dostane míč, nebo od povelu rozhodčího „hra" („Play ball").

(…)

§ 5. Cizí substance.
a. Žádnému z hráčů v obraně není dovoleno v průběhu hry používat cizí substanci na úpravu míče. Pokud si nadhazovač olízne prsty nadhazovací ruky, musí si je utřít dříve než se dotkne míče.

POZNÁMKA: Když kterýkoliv hráč mužstva v obraně pokračuje v používání cizí substance k úpravě míče, je nadhazovač vyloučen ze hry.

b. Nanášení vysoušecího prášku (resin) na míč nebo na rukavici s následným nanášením na míč není dovoleno. Pokud není vysoušecí prášek používán, musí být položen na zemi za nadhazovací metou.

c. Pod dohledem rozhodčího může být používán speciální prášek k vysoušení rukou určený pro nadhazovače (resin).

d. Nadhazovač nesmí mít zalepené nebo páskou omotané prsty nadhazovací ruky, dále nesmí mít potítko, náramek nebo něco podobného na zápěstí nebo předloktí nadhazovací ruky.

Převzato z *Pravidel softbalu 2010–2013 (Česká softbalová asociace, 2010)*.

ISF vydalo 15. 1. 2010 úpravu pravidel pro nadhazovaní, kde mimo jiné povolila takzvaný skok, při kterém nadhazovač po odrazu stojné nohy ztrácí kontakt s povrchem. Do

této doby byl skok zakázán. Důvodem změny bylo hlavně MS mužů v Kanadě 2009, kde rozhodčí striktně dodržovali pravidlo o nesprávném nadhozu a zápasy se staly pro diváky méně atraktivní. (dle materiálu ISF, vydaného 15. ledna, 2010 – 1. verze překladu, zpracováno 28.1 2010 - Leoš Hrabačka).

1. Kontakt s nadhazovací metou

- Nadhazovač musí začínat v kontaktu oběma nohama s nadhazovací metou.
- Chodidla nesmí mít na koncích nadhazovací mety.
- Nadhazovač může použít patu a špičku, ale tyto musejí být v kontaktu s nadhazovacímetou.
- Kontakt musí být v rozmezí šířky nadhazovací mety.
- Chodidla dotýkající se stran nadhazovací mety nemohou být považovány jako kontakt.

2. Signál

- Signál musí být přijímán, dokud stojí (nadhazovač) na nadhazovací metě.
- Signál může být přijímán (přijímat).
- Pohled k chytači je to samé jako přijímání signálu.
- Ruce musí být oddělené, když je signál přijímán.
- Míč může být držen jak v holé ruce, tak v rukavici.
- Míč může být vpředu,

3. Příprava k vypuštění po straně nebo za tělem.

- Po signálu musí nadhazovač spojit rukavicovou ruku a házecí ruku dohromady před tělem. Míč má být v rukavici nebo házecí ruce.
- Před tělem neznamená za zády. Držení míče v obou rukou na straně těla je považováno jako před tělem.
- Tělo se musí kompletně zastavit. Tato pozice (pauza) musí trvat minimálně 2 sekundy a ne více než 5 sekund.
- Pohyb nadhazovače držícího (svírajícího) míč v rukavici během pauzy není přestupek.
- Během celého přípravného procesu (přípravné fáze nadhozu) musejí obě chodidla zůstávat v kontaktu s nadhazovací metou.
- Chodidlo se nemůže posunout vzad.
- Jedno chodidlo může sklouznout napříč nadhazovací metou, ale nemůže se zvednout z nadhazovací mety. Čištění podrážek za účelem umožnit nohám nesklouznout není považováno za zvedání nohou nebo ztrátu kontaktu s nadhazovací metou.

4. Začátek nadhozu

- Nadhoz začíná, když se ruce rozpojí nebo je zahájen (proveden) nějaký pohyb, jenž je součástí windupu. Nadhazovač se neodrazí od místa jiného než nadhazovací meta před rozpojením rukou.
- Jakmile jsou ruce rozpojeny, nadhazovač se nemůže zastavit nebo sestoupit mimo nadhazovací metu.
- K zastavení nadhazovací sekvence se může nadhazovač posunout mimo nadhazovací metu pomocí úkroku (zákroku) vzad před rozpojením rukou nebo začátku nadhazovacího pohybu, nicméně obě chodidla musejí být mimo nadhazovací metu dříve než oddělení rukou nebo počátek nadhazovacího pohybu.
- Veškerý pohyb chodidel musí být vykonán dopředu nebo do strany.
- Zvednutí předku stojné nohy (špičky) a houpání na patě je přípustné, dokud pata zůstává v kontaktu s nadhazovací metou a nepohybuje se zpět.
- Zvedání jedné špičky nebo paty výkročné nohy je také dovoleno za předpokladu, že výkročná noha se nepohybuje zpět před pohybem vpřed.
- Nadhazovač může zvednout patu stojné nohy a použít špičku stojné nohy k započetí svého pohybu. V této akci je přípustné zvednout patu stojné nohy, otočit (vertikální pohled) nohu a odrazit se špičkou nebo přední částí chodidla za předpokladu, že stojná noha se neposune před nadhazovací metu před odrazem. To znamená, že neztrácí kontakt s nadhazovací metou.

5. Vypuštění

- Nadhazovači může poklesnout dolů jeho paže ke straně a dozadu před započetím windmill pohybu (otočky). Paže jdoucí vzad není počítána jako vykonání otočky, okolo boku.
- Nadhazovačova paže může dvakrát projít kolem boku, ale nemůže to být dvakrát plnou otočkou.
- Zápěstí nemůže být více vzdáleno od těla než loket.
- Během vypuštění nemůže být užito zastavení paže nebo protipohybu k dopřednému pohybu.

6. Výkrok a dokončení

- Výkrok neodrazovou nohou musí být proveden a musí být směrem k pálkaři v šíři 61 cm nadhazovací mety.

- Stojná noha se musí odrazit od nadhazovací mety.
- Nadhazovač nemůže vykročit dopředu z nadhazovací mety stojnou nohou a začít odraz.
- Po odrazu stojnou nohou může nadhazovač vléci (nohu), skočit nebo se zvednout.
- Skákající nadhazovač může přistát (doskočit) a pak odhodit.
- Pokud nadhazovač létá nebo skáče, musí mít nepřerušovaný pohyb, když doskakuje a hází.
- Když se nadhazovač odráží z nadhazovací mety, musí být jeho ruce rozpojené. Nemohou být spojené v rukavici a celý pohyb nadhazovací paže musí být nepřerušovaný.
- Jakmile dopadne, nemůže udělat další odraz (krok).
- Není považováno za odraz, pokud se jeho doskočná noha se otočí (vertikálně) a sklouzne vpřed současně s vypuštěním míče.
- Míč musí být vypuštěn, když se neodrazová noha dotýká země.

Tato pravidla jsou oficiální pro soutěže ISF, u nás jsou rovněž používána. Sice dříve s menšími rozdíly. Od roku 2005 do roku 2009 byl v mužských soutěžích povolen tzv. zákrok, což znamenalo, že nadhazovač mohl mít zadní nohu za nadhazovací metou při odrazu a nemusel se jí dotýkat oběma nohama. Tato změna usnadnila odraz našim nadhazovačům, tudíž nadhozy byly výrazně rychlejší. Toto pravidlo výrazně zlepšilo naše pálkaře v porovnání s ostatními evropskými týmy, protože měli daleko více startů v domácí soutěži proti rychleji házejícím nadhazovačům. S povolením skoku ISF se toto pravidlo u nás zrušilo.

Nejen u nás je či byl odklon od oficiálních pravidel pro nadhazování. Například v USA se hrají různé soutěže, kde je zakázána otočka rukou při nadhozu (nadhazuje se pouze „prakem“), či zakázáno opustit nadhazovací metu během nadhozu.

Ale i na věhlasné ISC (International Softball Congress) je určitý odklon od oficiálních pravidel. ISC je v podstatě mužské klubové mistrovství Severní Ameriky, kde si kluby nakoupí nejlepší hráče světa. Tudíž je mnohými hráči hodnoceno, co do prestiže, výše než mistrovství světa. Na ISC přistupují k pravidlům pro nadhazování daleko benevolentněji, skok je tam již řadu let povolen, nahazovač smí užívat oficiálně schválená lepidla (podobné substance jako užívají házenkáři), je povolen zákrok. Zvyšuje to diváckou atraktivitu a fastpitch tak zde dostává svému jménu (nejlepší nadhazovači tu nadhazují rychlostí 130 - 140 km/h a přitom ještě k domácí metě díky skoku a zákroku skočí přes 2 m).

2.2.2. Charakteristika sportovního výkonu nadhazovače

„Sportovní výkony se realizují ve specifických pohybových činnostech, jejichž obsahem je řešení úkolů, které jsou vymezeny pravidly příslušného sportu a v nichž sportovec usiluje o maximální uplatnění výkonových předpokladů. Tyto činnosti, ovlivněné vnějšími podmínkami, představují určité požadavky na organismus a osobnost člověka. Vysoký výkon charakterizuje dokonalá koordinace provedení, jeho základem je integrovaný projev mnoha tělesných a psychických funkcí člověka, podpořený maximální výkonovou motivací.“ (Dovalil, 2009, s. 11.)

„Působením vlivů vrozených dispozic, prostředí a záměrného tréninku se postupně vytváří skladba psychofyzických předpokladů k různým typům sportovních činností. Z teoretického hlediska je možné tento komplex chápat jako celek, složený z dílčích vzájemně propojených částí.“ (Dovalil, 2009, s.15.) Sportovní výkon je charakterizován na základě jeho struktury určitým počtem faktorů a jejich vzájemném uspořádání *viz obr. 2.2.1*. Tyto faktory rozdělujeme dle Dovalila (2009) na:

-faktory somatické, zahrnující konstituční znaky jedince, vztahující se ke příslušnému sportovnímu výkonu

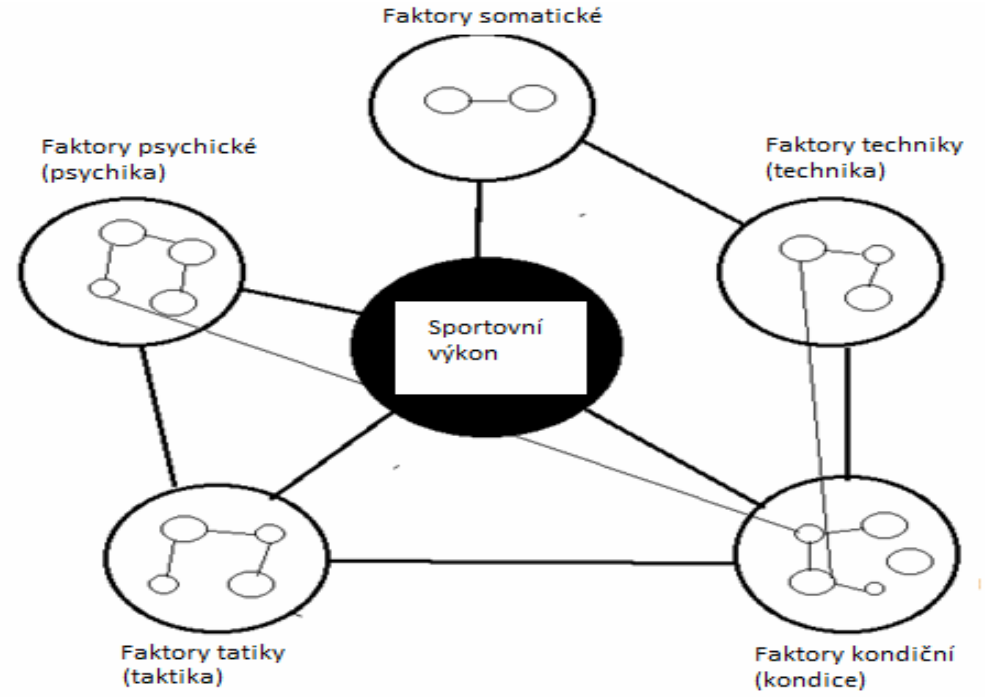
-**faktory kondiční,** tj. soubor pohybových schopností,

-**faktory techniky,** související se specifickými sportovními dovednostmi a jejich technickým provedením

-faktory taktiky, jako součást tvořivého jednání sportovce („činnostní myšlení“, paměť, vzorce jednání jako taktické řešení),

-**faktory psychické,** zahrnující kognitivní, emoční a motivační procesy uplatňované v řízení a regulaci jednání a vycházející z osobnosti sportovce

Obr. 2.2.1. Struktura sportovního výkonu (Dovalil, 2009, s.16.)



Somatické faktory

Jako u většiny sportů, tak i u softbalu jsou somatické předpoklady velmi důležité, toto dvojnásob platí u nadhazovačů. Skoro bez výjimky se mezi nejlepšími nadhazovači světa nevyskytují nadhazovači menších postav. Mezi hlavní somatické předpoklady pro nadhazovače bezesporu patří výška, délka paže, flexibilita zápěstí, větší poměr rychlých svalových vláken, tělesná hmotnost.

Faktory kondiční

Kondiční faktory, můžeme považovat za pohybové schopnosti (Dovalil, 2009). Tyto schopnosti lze rozdělit na silové, rychlostní, vytrvalostní a koordinační.

Silové schopnosti

Dle Dovalila (2009) rozdělujeme na tři základní typy silových schopností síla absolutní (maximální), síla rychlá a výbušná (explozivní) a síla vytrvalostní.

Pro nadhazovače je nejdůležitější tzv. síla **explozivní,** kterou lze definovat jako schopnost, kdy nadhazovač překonává nemaximální odpor maximální možnou rychlostí a je využíváno koncentrické svalové činnosti. Například je využívána při otočce při nadhozu, pohybu zápěstí při vypuštění míče, skoku nadhazovače.

Rychlostní schopnosti

„Mnohé sportovní výkony charakterizuje z fyzikálního pohledu vysoká až maximální rychlost pohybu. Tato činnost je prováděna maximálním volním úsilím, maximální intenzitou, kterou energeticky zajišťuje ATP-CP systém.“ (Dovalil, 2009, s. 27.) Dle Dovalila (2009) rozlišujeme reakční, acyklickou, cyklickou, komplexní rychlost. Pro nadhazovače asi nejdůležitější jsou:

- **rychlost reakční,** která je spojená se zahájením pohybu (pro nadhazovače důležitá, při reakci na odpálené míče a jejich zpracování).
- **rychlost acyklickou,** tj. co nejvyšší rychlost jednotlivých pohybů (důležitá pro rychlé zvládnutí otočky).

Vytrvalostní schopnosti

Můžeme nazvat komplexem předpokladů provádět určitou činnost požadovanou intenzitou, co možná nejdéle (Dovalil, 2009). Jednoduše řečeno, jde vlastně o odolávání únavě. Je to hlavně spojeno s anaerobními a aerobními procesy. Dle Dovalila (2009) rozdělujeme vytrvalost na dlouhodobou, střednědobou, krátkodobou a rychlostní.

„Dlouhodobá vytrvalost je schopnost vykonávat pohybovou činnost odpovídající intenzitou déle než 10min. Dominantním způsobem krytí je přitom aerobní úhrada energie- za přístupu kyslíku se využívá glykogenu, později i tuků. Hlavní příčinou únavy je vyčerpání zdrojů energie.

Střednědobá vytrvalost je schopnost vykonávat pohybovou činnost intenzitou odpovídající nejvyšší možné spotřebě kyslíku, tj. po dobu asi 8 – 10 min. Limitující je přitom doba využití individuálně nejvyšších aerobních možností, průběžně je projev tohoto typu zajišťován i aktivací LA (laktátového anaerobního) systému. Energetickým zdrojem je glykogen, jeho vyčerpání je v tomto případě hlavní příčinou únavy.

Krátkodobá vytrvalost je schopnost vykonávat činnost co možná nejvyšší intenzitou po dobu do 2 - 3min. Dominantním energetickým systémem je anaerobní glykolýza, tj. uvolňování energie-štěpení glykogenu-bez využití kyslíku. Za hlavní příčinu únavy se v tomto případě považuje rychlá kumulace kyseliny mléčné.

Rychlostní vytrvalost znamená schopnost vykonávat pohybovou činnost absolutně nejvyšší intenzitou co možná nejdéle do 20 až 30s. Energeticky je podložena aktivací ATP-CP systému, převažujícím zdrojem energie je kreatinfosfát štěpený bez využití kyslíku. Kromě energetických limitů omezuje dobu činnosti nervová únava.“(Dovalil, 2009, s. 29.)

Někteří autoři rozdělují vytrvalost pouze na aerobní (kam řadí dlouhodobou a střednědobou vytrvalost) a anaerobní (krátkodobá a rychlostní vytrvalost). Rozlišuje se také podle zatížení různých částí organismu na celkovou (více než 2/3 svalstva) a lokální. Taktéž lze vytrvalost rozlišovat podle typu svalové kontrakce na statickou vytrvalost a dynamickou vytrvalost.

Pokud bych měl přiřadit softbalovému nadhazovači některé výše zmíněné typy vytrvalostí, bude to dosti složité. Zcela určitě výkon nadhazovače z hlediska vytrvalosti lze zařadit do dynamické a celkové vytrvalosti. Při nadhozu je nadhazovač v pohybu a je zatěžováno velké množství svalových skupin. Bohužel při zařazování do vytrvalostních skupin dle délky trvání a intenzity je to podstatně těžší, protože zápas trvá cca 1,5 - 2 h, ale během něj nadhazovač nenadhazuje neustále, vždy cca 10 - 15min trvá jedna ½ směna a podobně dlouhou dobu pak odpočívá na lavičce. I při těch 10 - 15min má mezi jednotlivými nadhozy určitý čas na odpočinek, dle situace, ale minimálně je to cca 10-15s, někdy i podstatně více, pokud dojde na složitější rozehru. Délka jednoho nadhozu, pokud počítáme jen pohyb, nepřesáhne 1,8 s. V průměrném extraligovém utkání nadhazovač nahází za jedno utkání v průměru tak 90 - 150 nadhozů. Samozřejmě nemusí jeden nadhazovač odházet celé utkání sám. Pod tíhou těchto faktů nelze přiřadit z výše zmíněných typů vytrvalostí tu, která by přímo popisovala zatížení nadhazovače během zápasu. Výkon nadhazovače zahrnuje jak schopnosti aerobního, tak i anaerobního charakteru. A s tím je potřeba počítat při trénování nadhazování.

Koordinační pohybové schopnosti

„Kromě kondičních schopností se na výkonu podílejí i schopnosti vázané na řízení a regulaci pohybu, zjednodušeně vyjádřeno pohybové schopnosti rázu „informačního“. V řadě sportů se objevují nároky na dokonalé sladění složitějších pohybů, na rytmus, rovnováhu, na odhad vzdálenosti, orientaci v prostoru, pružné změny a přizpůsobování se, na přesnost provedení. V těchto případech hraje energetický základ pohybové činnosti roli druhotnou, primární je funkce CNS a nižších řídících center.“(Dovalil, 2009, s. 31.)

Pro nadhazovače je nejdůležitější koordinace pohybů při nadhozu, tak aby pohyby daných segmentů byly provedeny přesně v určitých časových úsecích a v daném sledu, aby bylo dosaženo, co možná největšího zisku kinetické energie a maximální efektivity při jejím přesunu do míče. Dále velmi důležitá schopnost pro nadhazovače je rovnováha, protože

pohyby některých nadhazovačů jsou dosti „akrobatické“, přesto musí být nadhazovač schopen udržet rovnováhu, aby mohl dobře umístit nadhoz do zóny dle svých představ.

„Je zřejmé, že koordinační schopnosti podstatně ovlivňují kvalitu dovedností, zvyšují jejich přesnost, přizpůsobivost, usnadňují požadované spojování pohybů i jejich výběr. Cílevědomý rozvoj koordinačních schopností proto patří k nejdůležitějším předpokladům rychlého a kvalitního osvojení techniky, včetně jejího využití.“ (Dovalil, 2009, s. 33.)

Pohyblivost

„Úroveň pohyblivosti jako schopnosti člověka vykonávat pohyby v kloubech ve velkém rozsahu má ve sportu přímý i nepřímý význam. Přímo se uplatňuje ve specifických požadavcích jednotlivých odvětví, v řadě z nich patří k limitujícím faktorům výkonu (v gymnastice, skocích do vody, v plavání aj.). Nepřímo se uplatňuje při hodnocení ostatních pohybových schopností; ve vztahu k dovednostem se projevuje v ekonomii pohybů. Snížená pohyblivost, nejčastěji z důvodů tuhosti nebo zkrácení svalů (např. vlivem jednostranné intenzivní činnosti, nepromyšleného posilování), zvyšuje riziko zranění či bolesti.“(Dovalil, 2009, s. 33.)

Pro nadhazovače je asi nejdůležitější pohyblivost v zápěstí a v ramením kloubu, která může významně zlepšit techniku nadhozu a techniku různých druhů nadhozů.

Faktory taktiky

„Taktikou se chápe způsob řešení širších a dílčích úkolů, realizovaných v souladu s pravidly daného sportu. Spočívá ve výběru optimálního řešení strategických a taktických úkolů. Ten však bezprostředně souvisí s technickými aspekty, takže realizace taktických záměrů je možná jedině prostřednictvím techniky.“(Dovalil, 2009, s. 34.)

Taktika je v softbalu skoro stejně důležitá jak technické a kondiční faktory. U nadhazování to platí dvojnásob. Velmi důležitá je volba nadhozů: jak strana, výška, tak druh a rychlost jeho provedení. Toto se určuje dle postavení pálkaře a znalosti silných a slabých stránek daného pálkaře. Tyto vědomosti se získávají dlouhodobou znalostí daného pálkaře, či prací tzv. skauta, jenž často využívá video-rozbor daného pálkaře. Volba druhu, směru a výšky nadhozu většinou závisí na zadákovi, občas (většinou pouze v ženském softbalu) to určuje trenér z lavičky. Další „zbraní“ nadhazovače je změna rychlosti nadhozů, tzv. „offspeedů“, což znamená, že daný nadhoz hodí stejnou technikou, ale s menší rychlostí. Tato změna je pro pálkaře velmi nepříjemná a často se na dané míče předšvihne a netrefuje míč v optimálním místě, což má za příčinu menší razanci odpalu, tudíž snazší zahrání autu pro

obranu. Další taktickou variantou je využívání časové prodlevy před nadhozem, jejž dávají pravidla 2 - 5s. Kratší či naopak delší pauza mnohé pálkaře (především ty mladší s menšími zkušenostmi) může psychicky rozhodit. Někteří nadhazovači také občas mění styl svého nadhozu, jako například občasné zařazení „praku“ či jiný sled pohybů při zahájení nadhozů, aby rozhodili pálkaře. Taktických variant je velké množství, zde jsem nastínil jen některé z nich.

Psychické faktory

„Přestože struktura výkonu vychází ze sportovní specializace (s odpovídajícími faktory kondičními, technickými a taktickými), mají u všech typů výkonů zásadní význam faktory psychické. Vyplývá to z mimořádné náročnosti soutěžních situací na psychiku člověka. Mnohé se ovšem vztahují přímo i zprostředkovaně k tréninku.“ (Dovalil, 2009, s. 40).

Nadhazovačova psychika je vystavena ve vypjatých situacích zápasu velkým zkouškám, tudíž nelze podceňovat tyto faktory ve struktuře jeho výkonu. Tyto faktory často dokážou ovlivnit nadhazovačovu přesnost ve vypjatých situacích.

Faktory techniky

„V každém sportovním výkonu sportovce řeší konkrétní pohybový úkol. Může to být úkol jednoduchý, jehož řešení je standardní (stejné), nebo úkol složitější, který je řešen variabilním způsobem. Technikou se rozumí účelný způsob řešení pohybového úkolu, který je v souladu s možnostmi jedince, s biomechanickými zákonitostmi pohybu a uskutečňuje se na základě neurofyziologických mechanismů řízení pohybu. Využívají se při tom i další předpoklady sportovce, především kondiční, somatické i psychické.“ (Dovalil, 2009, s. 34.) Rozlišit techniku můžeme dle projevů na vnější a vnitřní.

Vnější techniku chápeme jako organizovaný sled pohybů a operací sdružených v pohybovou činnost, která se upíná k určitému cíli. Většinou se vyjadřuje kinematickými parametry pohybu těla a jeho částí v prostoru a čase, které jsou vizuálně pozorovatelné a velmi často lehce měřitelné (Dovalil, 2009).

Vnitřní technika se rozumí neurofyziologický základ sportovní činnosti. Jedná se o pevné a stabilizované pohybové vzorce a programy, s nimi spjaté koordinované systémy relaxací a kontrakcí svalových skupin. Informace o nich zprostředkovává biomechanika a neurofyziologie (Dovalil, 2009).

Technika ve výkonu nadhazovače hraje asi nejdůležitější roli ze všech faktorů. Jak obecně technika hodu spodním obloukem, tak i rozličná technika různých druhů nadhozů.

2.3. Technika a fáze hodu spodním obloukem (fastpitchového nadhozu)

„Držení míče je záležitostí individuální. Aby nadhazovač mohl využít všechnu sílu potřebnou k nadhozu, měl by držet míč v prstech, tj. mezi palcem a co nejmenším počtem ostatních prstů, kterými je možno ovládat míč. Záleží na velikosti ruky nadhazovače a typu nadhozu. Držení je v každém případě pevné, nikoliv křečovité. Konce prstů by měly být umístěny za švem míče, jsou totiž poslední částí ruky, která se míče dotýká, a udělují míči točivý moment. Větší třecí odpor zvýšeného povrchu míče umožňuje lepší kontakt než zbývající hladký povrch míče.“(Süss, 2003, s. 80.)

Obr. 2.3.1. Ilustrační foto držení míče - pohled z boku

Obr. 2.3.2. Ilustrační foto držení míče - pohled ze zadu

2.3.1. Jednotlivé fáze nadhozu

Základní postoj

Počáteční postavení nadhazovače je stanoveno pravidly. Nadhazovač musí stát oběma nohama na zemi a dotýkat se nahazovací mety. Patou pravé (levé záleží, zda je pravák či levák) nohy je opřen o přední okraj nadhazovací mety (či na ní stojí), špička nohy přesahuje metu a opírá se o zem (Süss, 2003). „Levá noha ve výkroku má zůstat co nejvíce vzadu, špičkou se však musí dotýkat. Šíře postavení je individuální, ale musí umožnit co nejpohodlnější postoj a zároveň zajistit dostatečnou rovnováhu. Pravé chodidlo může být poněkud pootočeno směrem ke třetí metě, aby usnadnilo rotaci boků. Není nutno stát uprostřed mety, zaujatá poloha by se však neměla měnit. Postoj je uvolněný, nadhazovač musí stát v klidu, čelem k pálkaři, s rameny rovnoběžně se spojnicí první a třetí mety. Míč musí držet oběma rukama před tělem. Základní postavení může mít několik variant, držení před tělem znamená kdekoliv od boků až po hlavu. Před zahájením nadhozu se váha těla přesouvá na levou nohu. To nadhazovači umožní zvýšit hybnost a sílu výkroku.“ (Süss, 2003, s.81.)

Výkrok

„Ze základního postoje začíná nadhoz mírným předklonem těla vpřed, což způsobí, že se hmotnost těla přenese z levé nohy na pravou. Pokud není pravá noha v základním postoji pootočena špičkou ke třetí metě, otočí ji nadhazovač v tomto okamžiku. Vykročí pokrčenou levou nohou směrem k domácí metě. Dokročit by měl na pokrčenou nohu, aby zmírnil náraz vykročené nohy při dopadu na zem. Chodidlo směřuje téměř k domácí metě, aby nebránilo rotaci boků a těla. Délka výkroku závisí na výšce nadhazovače a druhu nadhozu. Obecně platí, že kratší výkrok vede k nadhozu směrem dolů a delší výkrok naopak způsobí vysoký nadhoz.“ (Süss, 2003, s.82.)

Nápřah

„Pohyb paží začíná rozpojením rukou v základním postoji. Pokud má nadhazovač v základním postoji ruce dole, musí po rozpojení obě zvednout. Ve většině případů je rozpojí během současného pohybu paží vzhůru. Ruka s rukavicí by se neměla oddělit příliš brzy – až když míč dosáhne přibližné výšky pasu nebo břicha, ruka bere míč dlaní dolů. Paže bude opisovat kruhovou dráhu, která je v ideálním případě v rovině kolmé k zemi. Síla, kterou předáváme míči, se vytvoří na konci ruky, a proto je nutné, aby opisovaný kruh byl co největší a aby byl veden co nejblíže u těla. Na vrcholu nápřahu by se v tomto případě měl dotknout bicepsem, ucha a v okamžiku těsně před vypuštěním míče prochází ruka kolem boku.“ (Süss, 2003, s. 82.)

Silová fáze

„Když se nadhazovací ruka pohybuje dolů do oblasti boku, ramena a boky se začínají otáčet směrem k domácí metě. Tento pohyb poskytuje nadhazovači možnost přenést do míče více síly. Při této silové fázi by pohyb boků měl předcházet pohyb ramen. Paže s rukavicí v této fázi pohybu vykonává protipohyb, který umožní rotaci boků a zajistí lepší rovnováhu při nadhozu. Zapojením boků do pohybu uvolní nadhazovač zátěž kladenou na rameno, neboť síla a odpor jsou rovnoměrně rozloženy na celé tělo. Pohyb celým tělem pak vyústí do správného konečného postavení. Když vykročenou nohou došlapuje, tělo by mělo být vzpřímeno a v této poloze by mělo zůstat během vypuštění míče. Na vrcholu dráhy, kde se paže a zápěstí otáčí o 180 stupňů, by mělo být zápěstí ohnuté vzad. Tato poloha musí být zachována po celou dobu švihu dolu, až do okamžiku vypuštění míče, kdy se musí silně vymrštit vpřed. Když se nadhazovací paže pohybuje vpřed a nahoru, tělo se otáčí tak, že

ramena a boky jsou obráceny ke třetí metě. V této fázi pohybu je paže s rukavicí držena neustále nahoře.“ (Süss, 2003, s. 82.)

Fáze vypuštění míče

„Vykročenou nohou došlápne nadhazovač na zem špičkou co možná nejvíce k domácí metě. Když chodidlo dokračuje na zem, koleno je mírně pokrčené. Stojná noha se dotýká nadhazovací mety a její chodidlo míří ke třetí metě. I po odrazu z mety zůstává koleno pokrčené. V okamžiku vypuštění míče je paže kolmo k zemi a napjatá. Míč vypuštěný u boku je dopraven do strike zóny švihem zápěstí. Švihnutí zápěstí synchronně s pohybem těla je jeden z nejdůležitějších prvků nadhozu. Při předčasném švihnutí letí míč na zem, je-li opožděné, je nadhoz vysoký. Při rovném nadhozu je po vypuštění míče nadhazovací ruka obrácena k domácí metě, pokud nadhazovač nadhazuje točené míče, má zápěstí pokrčené vpřed a různě se vytáčí.“(Süss, 2003, s.83.)

Dokončení pohybu

„Výkročná noha by měla zůstat během dokončení pohybu nehybná a koleno stále pokrčené. Stojná noha je po odrazu z nadhazovací mety také stále pokrčená a její špička je tažena (Podle nových pravidel nemusí již být tažena jen po zemi, ale může se přemístit vzduchem, tzv. skokem) kupředu z mety k levé straně výkročné nohy. Stojná noha pak dokončí pohyb vpravo od nohy ve výkroku, a tím je dokončen pohyb boků, které jsou teď obráceny k domácí metě. Horní část těla je ve vzpřímené poloze. Nadhazovací paže pokračuje pohyb vpřed a dokončuje jej v různých směrech podle druhu nadhozu. Ruka s rukavicí se stahuje zpět na úroveň pasu, rukavice je otočena k domácí metě. Hlava by měla zůstat během všech fází pohybu co možná nejdéle nehybná a oči musí celou dobu sledovat cíl. Po skončení pohybu by měl nadhazovač zaujmout polařský střeh, aby se mohl zapojit do obranné činnosti družstva.“ (Süss, 2003, s.83.)

Obr. 2.3.3. Ilustrační foto základního postoje

Obr. 2.3.4. Ilustrační foto výkroku

Obr. 2.3.5. Ilustrační foto nápřahu

Obr. 2.3.6. Ilustrační foto silové fáze

Obr. 2.3.7. Ilustrační foto fáze vypuštění míče

Obr. 3.3.7. Ilustrační foto dokončení nadhozu

2.3.2.Rozdělení a technika různých druhů nadhozů

Rychlý nadhoz (Fastball)

Jedná se o základní nadhoz, který letí maximální rychlostí, kterou je nadhazovač schopen vyvinout, a míč letí pouze „rovně“(u domácí mety lehce padne dolů, vlivem gravitace a lehké rotace balonu viz obr. 2.3.8.), během silové fáze a fáze vypuštění míče je o trochu více těžiště posunuto dozadu, tudíž je nadhazovač v mírném záklonu. Držení míče je převážně ve dvou prstech (viz obr. 2.3.9.) občas i ve více, záleží na velikosti prstů, které jsou mírně od sebe. Míč se drží převážně za švy, a to tak, aby se otáčel přes 4 švy, tudíž kolmo na ně. **V této práci jsem tento druh nadhozu s výše zmíněným typem držení (ve dvou prstech kolmo přes švy) použil při měření.**

Obr. 2.3.8. Ilustrační trajektorie ideálního letu rychlého nadhozu

Obr.2.3.9. Ilustrační foto držení míče - pohled ze zadu

Padavý nadhoz (Dropball)

Tomuto nadhozu udává nadhazovač rotaci směrem vpřed, díky níž míč nemá „rovnou“ trajektorii letu (viz obr. 2.3.10), ale před metou se stáčí (padá) směrem k zemi. Padavý nadhoz si vyžaduje u většiny nadhazovačů kratší výkrok. (Někteří jsou schopni udělat úplně stejný

pohyb jako u ostatních druhů nadhozů, aby neprozradili předem, co za nadhoz nadhazují, ale je to velmi obtížné a zvládá to jen úplná světová špička.) Těžiště je během nadhozu lehce přesunuto vpřed, tudíž nadhazovač je v lehkém předklonu. Nejčastější jsou dvě varianty provedení padavého nadhozu:

Podtrhávaný padavý je, co se držení míče týče totožný s rychlým nadhozem, jen prsty jsou blíže u sebe (viz obr 2.3.11). Pobytem v průběhu nadhozu se také velmi podobá rychlému nadhozu, jen s tím rozdílem, že nadhazovač je v lehkém předklonu a ve fázi vypuštění míč více podtrhne. Tato varianta padavého nadhozu je nejrychlejší, ale má menší rotaci, tudíž méně padá nežli překlápěný padavý.

Obr. 2.3.10. Ilustrační trajektorie ideálního letu podtrhávaného nadhozu

Obr. 2.3.11. Potrhávaný padavý nadhoz, držení - pohled ze zadu

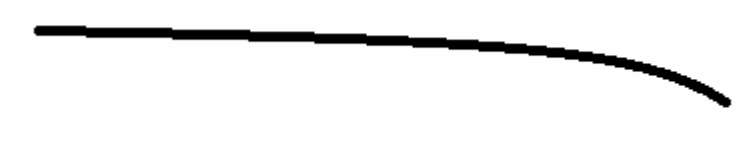
Obr. 2.3.12. Potrhavaný nadhoz-pohyb zápěstí ve fázi vypouštění míče - pohled z boku

Obr. 2.3.13. Potrhávaný nadhoz-pohyb zápěstí ve fázi vypouštění míče - pohled z boku

Obr. 2.3.14. Potrhávaný nadhoz-pohyb zápěstí ve fázi vypouštění míče - pohled z boku

Překlápěný padavý je techničtější nadhoz, který není tak rychlý, ale má větší rotaci, díky níž daleko více rotuje (padá) směrem k zemi před domácí metou (viz obr. 2.3.15.). Držení není jako u podtrhávaného kolmo přes švy, ale přímo přes ně dvěma prsty, každým za jeden šev (viz obr. 2.3.16.). Ale díky závěrečnému překlopení zápěstí, míč také rotuje přes 4 švy. Pohyb v jednotlivých fázích nadhozu se shoduje s výše popsaným stereotypem u padavého nadhozu s tím rozdílem, že při vypouštění míče se rameno a zápěstí překlopí (opisuje půlkruh nejdříve vpřed nahoru a pak vpřed dolu (viz obr. 2.3.17., 2.3.18. a 2.3.19.). Zápěstí není ve fázi vypouštění míče dlaní vytočené směrem k domácí metě, ale dlaní směrem k zemi a při dokončení pohybu je k domácí metě vytočené vrchní částí ruky. **Tato varianta padavého nadhozu je využita při měřeních v této práci.**

Obr. 2.3.15. Ilustrační trajektorie ideálního letu překlápěného padavého nadhozu



Obr. 2.3.16. Základní držení překlápění padavého nadhozu - pohled ze zadu

Obr. 2.3.17. Překlopení ve fázi vypouštění míče u překlápěného padavého nadhozu - pohled ze zadu

Obr. 2.3.18. Překlopení ve fázi vypouštění míče u překlápěného padavého nadhozu - pohled z boku

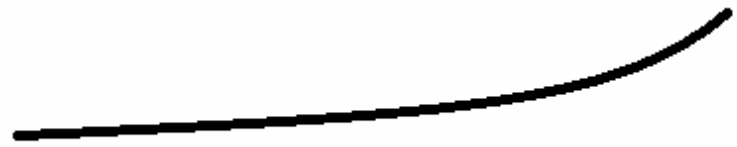
Obr. 2.3.19. Překlopení ve fázi vypouštění míče u překlápěného padavého nadhozu - pohled z boku

Stoupavý nadhoz (raiseball)

Tomuto druhu nadhozu uděluje nadhazovač zpětnou rotaci, která způsobuje, že v oblasti kolem domácí mety míč vyrotuje (vystoupá) směrem vzhůru viz obr. (2.3.20.). Tento druh nadhozu bývá zpravidla pomalejší nežli padavý, rychlý či zatáčka, ale najdou se i tací nadhazovači, kteří ho mají rychlejší než ostatní druhy nadhozů. Hlavním rozdílem při pohybu při nadhozu je výrazný záklon během nadhozu (z důvodu, aby se nadhazovač lépe dostal pod

balón a dal mu větší zpětnou rotaci.), dále většina nadhazovačů dělá delší výkrok (míče se tak lépe nadhazují směrem nahoru, kam je většina stoupavých nadhozů směřována). Hlavní rozdíl je ve fázi vypouštění míče, stojná noha je více pokrčená. Zápěstí je vytočeno dlaní směrem nahoru (tudíž by v ideálním případě měla ruka s paží svírat kolmý úhel) a opisuje půlkruh nejdříve dolu vpřed pak nahoru vpřed (viz obr. 2.3.21. a 2.3.22.). Držení míče je také velmi specifické. Prostředníček se co možná největší plochou zapře o šev a ukazováček je zapřen, tak aby pomohl udržet pevnost úchopu je skoro v kolmém postavení (viz obr. 2.3.23). Držení se občas liší podle toho, přes kolik švů míč následně rotuje. Většina nadhazovačů využívá rotaci přes 4švy, kde vzniká větší odpor, tudíž míč je sice o něco málo pomalejší, ale zas o něco více rotuje, než když míč rotuje jen přes 2 švy (viz. obr 2.3.24). **Tohoto druhu nadhozu s rotací přes 4 švy bylo využito při měření a následném srovnávání v této práci.**

Obr. 2.3.20. Ilustrační trajektorie ideální letu stoupavého nadhozu



Obr. 2.3.21. Držení stoupavého nadhozu s rotací přes 4 švy

Obr. 2.3.22. Držení stoupavého nadhozu s rotací přes 2 švy - pohled z boku

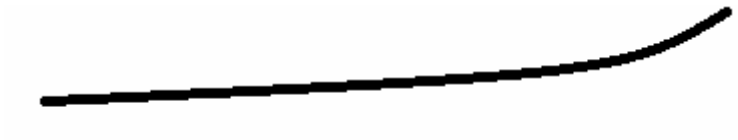
Obr. 2.3.23. Vytočení zapěstí směrem vzhůru při stoupavém nadhozu - pohled z boku

Obr. 2.3.24. Vytočení zápěstí směrem vzhůru při stoupavém nadhozu - pohled z boku

Točený nadhoz (curve, zatáčka)

Tomuto nadhozu uděluje nadhazovač boční rotaci. Míč může u domácí mety zahnout do strike zóny či z ní nebo v rámci ní (viz obr. 2.3.25.). Tento nadhoz lze kombinovat se zpětnou či přední rotací, tudíž může zároveň zatáčet a stoupat či padat. Hlavní rozdíly v pohybech při nadhozu jsou ve fázi vypouštění míče. Zde je zápěstí vytočené dlaní vzhůru podobně jako u stoupavého nadhozu, ale opisuje boční půlkruh (viz obr. 2.3.26., 2.3.27. a 2.3.28.). Zároveň se mohou také boky přetočit směrem s rotací zatáčky, což zvýší rotaci, ale může zatáčku prozradit pálkaři. Držení je hodně podobné stoupavému nadhozu, jen v jiném místě míče, tak aby se následně míč točil co možná nejkolměji s jeho spojnicí se zemí (viz obr. 2.3.29.). Míč nejčastěji opět rotuje přes 4 švy. **Tohoto druhu nadhozu s rotací přes 4 švy bylo využito při měření a následném srovnávání v této práci.**

Obr. 2.3.25. Ilustrační trajektorie ideálního letu točeného nadhozu



Obr. 2.3.26. Držení míče točeného nadhozu - pohled z boku

Obr. 2.3.27. Začátek fáze vypouštění míče při točeném nadhozu - pohled z boku

Obr. 2.3.28. Střed fáze vypouštění míče u točeného nadhozu - pohled z boku

Obr. 2.3.29. Závěr fáze vypouštění míče u točeného nadhozu - pohled z boku

Zpomalený nadhoz (change-up)

U tohoto nadhozu není nejdůležitější rotace balonu, ale jeho „pomalost“, která pálkaře rozčasuje a ten pak míč netrefuje ve správném bodě. Zpomalený nadhoz se hází několika způsoby, například rychlý nadhoz, který se drží v celé dlani, místo v prstech nebo jiné druhy nadhozů hozených volně (tyto mají hlavní problém, že jsou snadněji rozpoznatelné pálkaři, které pak rychlost nepřekvapí). Více bych se chtěl věnovat již jen dvěma variantám change-upu.

Bezrotační nadhoz(knuckleball)

U této varianty zpomaleného nadhozu nadhazovač nedává míči žádnou rotaci, míč pak jako by plaval vzduchem a pálkaři se může zdát, že míč komíhá zprava doleva, ale jedná se pouze o optický klam. Tento nadhoz se, co do pohybu, výrazně neliší od rychlého nadhozu, jen ve fázi vypuštění míče, ve které nadhazovač rozevírá prsty a tím vypouští míč. Rozevírání prstů je dáno držením míče, který se drží ve stejném místě jako rychlý nadhoz, ale většinou 4 prsty. Prsty jsou pokrčené a zarývají se za šev míče (viz obr. 2.3.30.).

Obr. 2.3.30. Držení Bezrotačního nadhozu – pohled ze strany

"Petangový" change-up

Tato varianta se liší od předešlé tím, že má zpětnou rotaci. Pohybem při nadhozu se neliší od rychlého nadhozu, opět až na fázi vypuštění míče, kdy dlaň není otočena ve směru hodu, ale obráceně, míč je vypuštěn se zpětnou rotací (viz obr 2.3.31.). Míč je držen většinou 4 prsty a je většinou v dlani. **Tato varianta zpomaleného nadhozu byla využita v této práci.**

Obr. 2.3.31. Držení míče u „petangového" change-up - pohled zpředu

Obr. 2.3.32. Pohyb zápěstí ve fázi vypouštění míče u zpomaleného míče - pohled z boku

Obr. 2.3.33. Pohyb zápěstí ve fázi vypouštění míče u zpomaleného míče - pohled z boku

Obr. 2.3.34. Pohyb zápěstí ve fázi vypouštění míče u zpomaleného míče - pohled z boku

2.4. Biomechanika softbalového nadhozu

Při nadhozu nadhazovač udává zrychlení míči horní končetinou. To znamená, že nadhazovač předává kinetickou energii míči, který je následně vypuštěn směrem ke svému cíli. Kinetická energie nadhozu vzniká především rotací v ramenním kloubu, kdy je paže v extenzi, a je předána je míči prudkou flexí v zápěstí a v lokti. U některých druhů nadhozů

se kinetická energie míči může předat supinací v zápěstí. Určitě energie nadhozu také velkou měrou vychází ze svalů dolní končetiny a trupu.

2.5. Funkce svalů a jejich struktura

Pohyb je jednou z nejzákladnějších vlastností živočichů. Je založen na schopnosti buněk tvořících svalstvo zkracovat se a vyvíjet mechanické napětí. Tato vlastnost, jež se nazývá *stažlivost,* je jedním z činitelů, který sehrál zásadní roli v utváření světa. Pohyb zprostředkovaný kosterními svaly umožnil živočichům široké rozšíření za měnících se životních podmínek.

Kostra představuje pasivní, zatímco svaly, které se na ní upínají, aktivní pohybový aparát. Kostra představuje pevnou oporu, která je třeba k tomu, aby svaly mohly pohybovat kostmi v kloubech. Soustava pohybová (svalová) a opěrná jsou tak spolu ve své funkci těsně svázány. Nezastupitelnou funkci mají v této soustavě také pojivé tkáně, mezi něž patří vazivo (šlachy, vazy) a chrupavky. Vazy spojují jednotlivé kosti, šlachy kosti se svaly. Chrupavky pokrývají styčné plochy kostí v kloubech.

Pohybová soustava zajišťuje pohyb jednotlivých částí těla (končetin, trupu) a pohyb celého těla. Tento pohyb se uskutečňuje pomocí ***kosterního (příčně pruhovaného) svalstva.*** Pohybovou aktivitu související s činností vnitřních orgánů zajišťuje hladké svalstvo. Pohyb krve v cévní soustavě zprostředkuje činnost srdeční svaloviny, která má některé vlastnosti příčně pruhované svaloviny i hladké svaloviny.

Kosterní (příčně pruhované) svalstvo

Svalové buňky kosterního svalu mají válcovitý tvar o průměru 10 – 100 μm a délce až 30cm, a proto je nazýváme svalová vlákna. Větší počet vláken je vzájemně spojen řídkým vazivem, v němž jsou uloženy cévy a nervy. Ty tvoří **sval**.

Svalové buňky kosterního svalu obsahují větší množství jader (mají vícejaderné úseky) a různé množství mitochondrií, dle jejich funkce. Vlastními stažlivými strukturami jsou ve svalovém vlákně myofibrily, které jsou tvořeny bílkovinami aktinem a myozinem. Ty se do sebe zasouvají a tím se sval zkracuje. Toto zkrácení zapříčiňuje pohyb. Základní stavební kámen hybného systému je motorická jednotka.

Motorická jednotka

„Je spojení neuronu s několika svalovými vlákny. Motorická jednotka obsahuje vždy stejný typ svalových vláken.“ (Bartůňková, 2006, s. 172.) Tento přenos zprostředkovává nervosvalová ploténka, což je typická periferní synapsí, jejímž mediátorem je acetylcholin.

Principy svalové kontrakce

1. „Nervový impulz dojde do terminálního konce axonu motorického neuronu a vyvolá uvolnění acetylcholinu (Ach).
2. Acetylcholin difunduje do synaptické štěrbiny, váže se na receptor postsynaptické membrány a vyvolává depolarizaci membrány nervosvalové ploténky. Zvýšenou propustností pro Na^+ s K^+ ionty vzniká akční potenciál
3. Acetylcholinesteráza inaktivuje Ach, takže další akční potenciál nemůže vzniknout, dokud se z motorického neuronu neuvolní další Ach.
4. Akční potenciál depolarizuje sarkolemu, šíří se podél T tubulů a otevírá Ca^{++} kanály sarkoplazmatického retikula. Kationty se uvolňují do sarkoplazmy a putují k myofilamentům.
5. Ca^{++} ionty se váží s tropinem, vzniká kalciotropinový komplex, zruší se vazba tropinu s tropomyozinem a vytváří se vazba aktinu a myozinu. Vazbou vznikají příčné můstky aktomyozinu. Tato vazba je dána uvolněním volných aktivních míst na aktinu, po kterých se natahují hlavy myozinu. Zvyšuje se napětí a objevuje se izometrická kontrakce (dochází k vytváření aktinomyozinových můstků, jde o statickou práci, zvýšené napětí, délka svalů se nemění).
6. Při anizometrické kontrakci (představuje dynamickou práci, délka svalů se mění) se hlavy myozinu posouvají a tenká vlákna aktinu kloužou, přibližují se k centru sarkomem. K této činnosti je třeba dodání energie ve formě ATP a je třeba i přítomnosti Mg^{++}.
7. Ca^{++} kanály se uzavírají a Ca^{++} ionty se aktivně pumpou (za využití ATP) vracejí cytoplazmou nazpět do sarkoplazmatického retikula

8. Troponin- tropomyozinový komplex se vrací do výchozí pozice, při které kje opět zablokována vazba myozinu a aktinu. ADP je resyntetizována na ATP.
9. Sarkomera se vrací do své původní délky, sval relaxuje.“ (Barťůnková, 2006, s. 176.)

Zjednodušeně se signál přenášený neuronem v neurosvalové ploténce pomocí acetylcholinu přenáší na svalové vlákno, kde depolarizacemi vzniká akční potenciál, který je šířen až k sarkoplazmatickému retikulu, kde zapříčiňuje vylití Ca^{++}, které zapříčiňují vazbu mezi aktinem a myozinem. K dosažení této vazby je potřeba energie, která se získává klasickým štěpením ATP na ADP. Kontrakce svalu je synchronním procesem kontrakcí jeho svalových vláken. Šíření akčního potenciálu ve svalu lze měřit pomocí EMG a to nám ukazuje aktivitu daného svalu.

2.6. Vybrané svaly a jejich funkce

Při výběru svalů jsem vycházel z funkce jakou vykonávají při hodu spodním obloukem (softbalového nadhozu). Vycházel jsem z doporučení vedoucího mé práce a diplomové práce Mgr. Pavla Švehly z roku 2008, která se zabývá podobnou tematikou.

Sledované svaly:

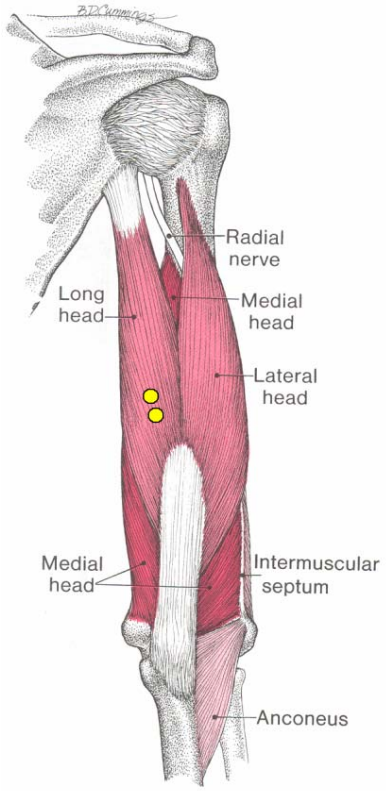
1. musculus. deltoideus (pars ant. clavicularis),
2. musculus deltoideus (pars scapularis)
3. musculus biceps brachii (caput longum)
4. musculus triceps brachii (caput longum)
5. musculus pectoralis major (pars sternocostaalis)
6. musculus serratus anterior
7. musculus trapezius

Musculus triceps brachii (caput longum) - trojhlavý sval pažní

Trojhlavý sval pažní se skládá, jak ukazuje název ze tří hlav*: caput longum, caput laterale, caput mediale.*

„Caput longum je dvojkloubová hlava. Má nejdelší průběh, nejdelší vlákna, ale malý fyziologický průřez. Začíná na tuberculum infraglenoidale scapulae a od přilehlé horní čtvrtiny axilárního okraje lopatky. Bříško sestupuje distálně mezi musculus teres minor a musculus teres major. Mezi oběma musculi teras a caput longum vznikají dva svalové průchody. A končí jako zbylé hlavy na olecranon ulnae.“ (Petrovický, 2001, s. 273.)

Funkce: „Všechny tři hlavy tricepsu působí jako silný (jediný) extenzor v kloubu loketním. Caput longum je dvojhlavý sval a dělá navíc v ramenním kloubu dorzální flexi a addukci.“ (Petrovický, 2001, s. 275.)



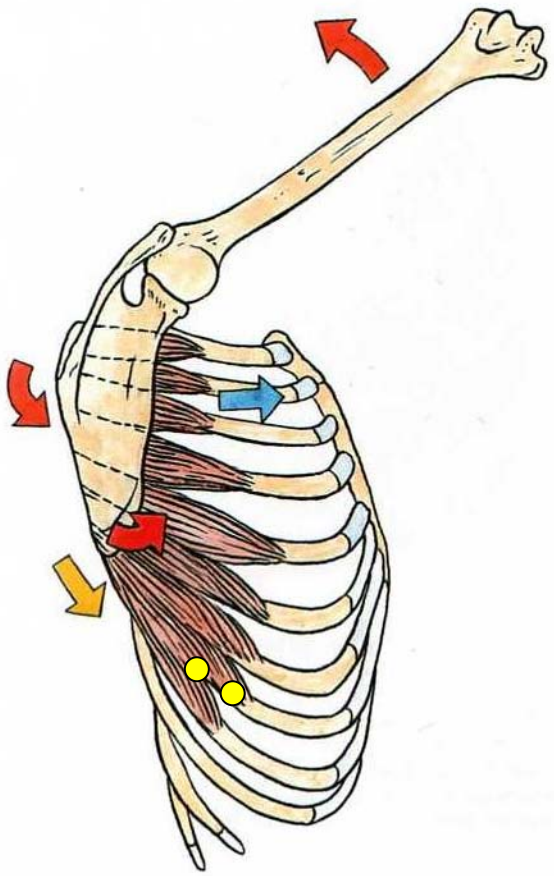
Obr. 2.6.1. Musculus triceps brachii (Travell a Simons, 1999)

Musculus serratus anterior

„Je široký plochý sval, který začíná devíti zuby na prvních osmi až devíti žebrech. Sval tvoří mediální stěnu jámy podpažní, běží lehce mediokraniálně a upíná se podél vertebrálního okraje lopatky. Jeho kaudální tři až čtyři zuby se střídají se zubovitými počátky musculus obliquus abdominus externus.

Funkce: Sval táhne lopatku dopředu a otáčí ji dolním úhlem laterálně, vzpažuje rameno přes horizontálu. Je-li lopatka fixována kontrakcí jiných svalů, zdvihá žebra a je tedy významným pomocným svalem inspiračním.“ (Petrovický, 2001, s. 210.)

Obr. 2.6.2. Musculus serratus anterior (Travell a Simons, 1999)



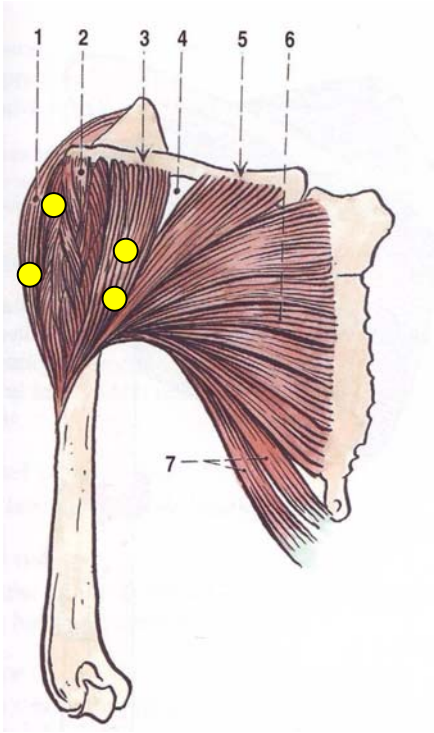
Musculus deltoideus

„Začíná na zevní třetině klíčku, na akromiu a na spina scapulae. Sval je složen z hrubých snopců, které se sbíhají k úponu na tuberositas deltoidea na humeru tak, že celý sval tvoří kuželovitý plášť kolem ramenního kloubu. Úponová šlacha je krátká a vytváří se

postupně na spodní ploše svalu.“ (Petrovický, 2001, s. 268.) Lze rozlišit na tři části *pars clavicularis, pars scapularis a pars acromialis.*

Funkce: „Při volně visící končetině je sval rozprostřen kolem ramenního kloubu jako plášť kužele. Klidový tonus udržuje hlavici humeru v jamce. Akromiální část svalu provádí abdukci paže až skoro do horizontály. V krajní poloze se opře hlavice humeru o ligamentum coracoacromiale a další abdukce je možná dále jen pomocí rotace lopatky, kterou provádí musculus serratus anterior. Klavikulární část svalu spolupůsobí při předpažení, scapulární při zapažení.“ (Petrovický, 2001, s. 268.)

Obr.2.6.3. – Musculus. deltoideus (Čihák, 2001)

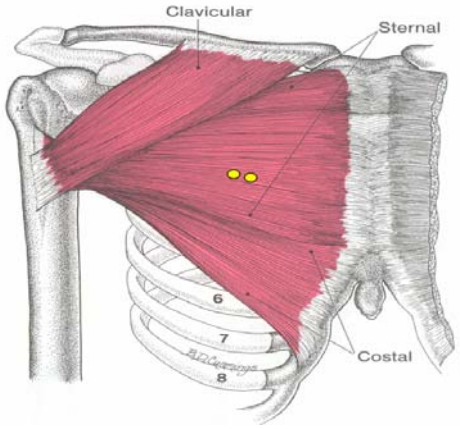


Musculus pectoralis major (pars sternocostalis) - velký prsní sval

Má tři části *pars clavicularis, sternocostalis abdominalis.*

Pars sternocostalis začíná od sterna a od přilehlých chrupavek všech pravých žeber a končí na crista tuberkuli majoris.

Funkce:Musculus pectoralis major je spolu s musculem latissimus dorsi mohutným adduktorem paže. Pars sternocostalis táhne rameno dolů (kaudálně).



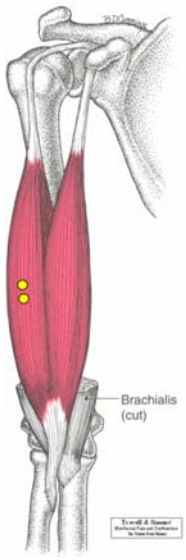
Obr. 2.6.4. Musculus pectoralis major (Travell a Simons, 1999)

Musculus biceps brachii (caput longum) - dvojhlavý sval pažní

Sval se skládá ze dvou hlav*: Caput longum a caput breve.*

Caput longum začíná dlouhou oblou šlachou na tuberositas supraglenoidalis nad kloubní jamkou lopatky. Asi v polovině paže se spojuje s krátkou hlavou a společně se upínají na tuberositas radii (Petrovický, 2001).

Funkce: „Musculus biceps je dvojkloubový, v ramenním kloubu působí caput longum při abdukci, caput breve při addukci. Navíc caput breve také působí při předpažení. V loketním kloubu je musculus biceps brachii flexorem, z krajní supinace pronátorem, z krajní pronace supinátorem, vždy do polohy předloktí palcem nahoru.“ (Petrovický, 2001, s. 272.)



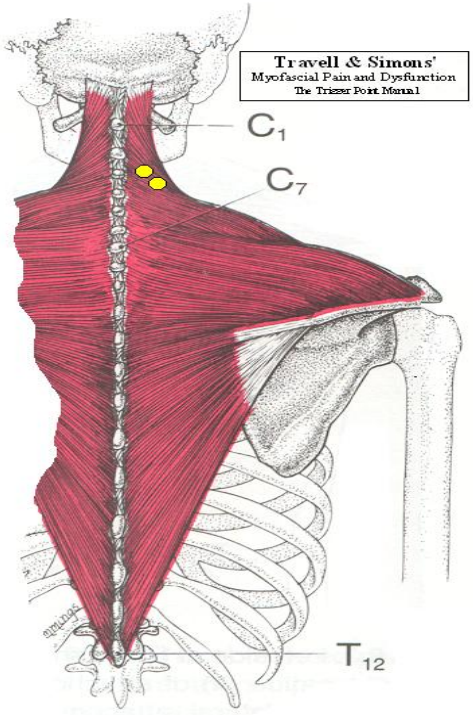
Obr. 2.6.5. Musculus.biceps brachii (Travell a Simons, 1999)

Musculus trapezius

Začíná po obou stranách ligamentum nuchae a ligamenta interspinalia obratlů krčních a všech obratlů hrudních. Snopce se upínají upínají se na spina scapulae, na acromion a na laterální část klíčku (Petrovický, 2001).

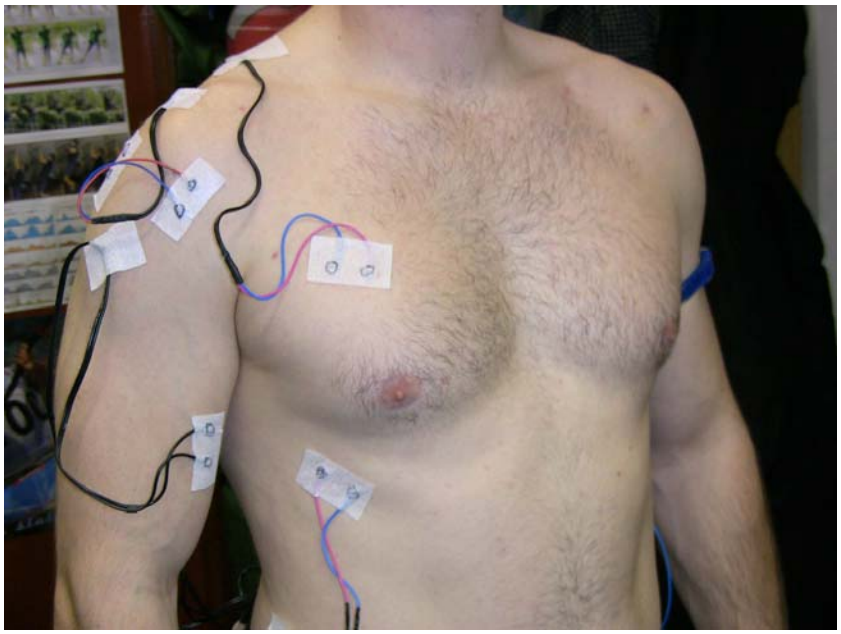
Funkce: Snopce horní části svalu zdvíhají pletenec pažní a táhnou jej dozadu, snopce střední části přitahují lopatku k páteři, dolní stahuje lopatku kaudálně a k páteři. Horní a střední část svalu uklání při jednostranné akci hlavu a krk (Petrovický, 2001).

Obr. 2.6.6. Musculus trapezius (Travell a Simons, 1999)

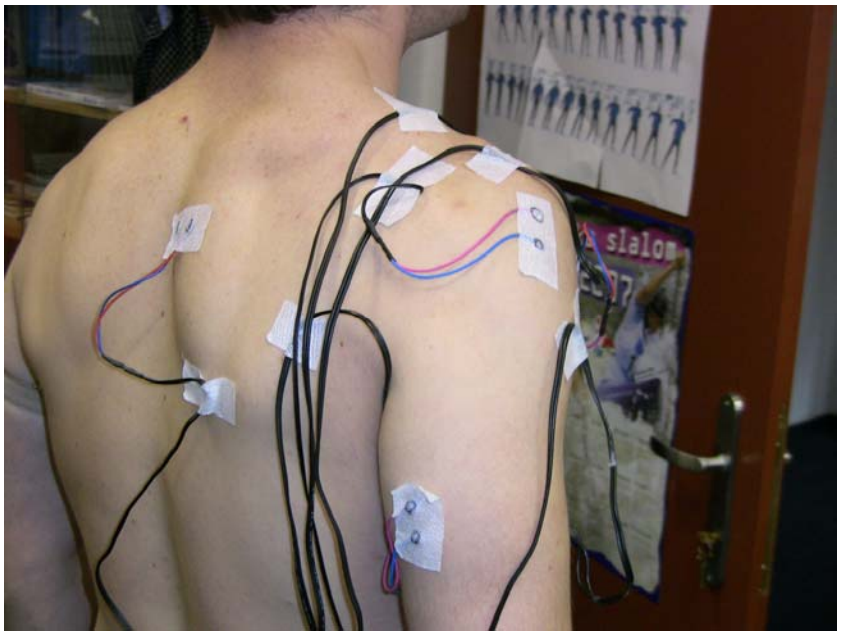


2.6.1. Umístění elektrod na těle měřeného nadhazovače

Elektrody byly na měřeném nadhazovači umístění podle Trevella a Simonse (1999). Některá místa před aplikování elektrod musela být nejdříve zbavena chlupů vyholením a následně odmaštěna. Přikládané elektrody byly lubrikovány a přelepeny.



Obr. 2.6.7. M. serratus anterior, m. biceps brachií caput longum, m. deltoideus (pars clavicularis) , m. pectoralis major (pars sternocostalis)



Obr 2.6.8. M. triceps brachii (caput longum, m.trapezius), m. deltoideus (pars scapularis), m. trapezius

2.7. Cíle práce a úkoly práce

Za cíl této práce jsem si stanovil srovnat zapojení vybraných svalů při softbalovém nadhozu u pěti nejčastěji používaných druhů nadhozů na základě EMG měření

Úkoly práce:

1) Výběr vhodného nadhazovače.

2) Výběr druhů nadhozů, u kterých budeme srovnávat zapojení svalů.

3) Výběr svalů, u kterých budeme měřit jejich zapojení.

4) Pomocí povrchové EMG změřit činnost vybraných svalů během nadhozu.

5) Vytvořit videozáznam, na jehož základě pak určíme začátek a konec nadhozu.

6) Zpracovat, vyhodnotit a popsat naměřené hodnoty a grafy.

7) Srovnat zapojení svalů u vybraných druhů nadhozů

2.8. Metodika práce

2.8.1 Charakter výzkumu

Jde o případovou studii srovnávacího charakteru zapojení vybraných svalů u pěti druhů softbalového nadhozu pomocí EMG analýzy. V tomto typu studie sbíráme velké množství dat od jednoho či malého množství probandů, u kterých se dá předpokládat, že jejich prozkoumání nám pomůže lépe pochopit jim podobné případy.

2.8.2. Charakteristika sledovaného nadhazovače

Pro tuto studii jsem si vybral 24letého nadhazovače, který se věnuje softbalu od 11 let. V době měření patřil do české reprezentace a měl řadu zkušeností z ME, MS, ISC i zahraničních angažmá v USA či na Novém Zélandu a v Holandsku. V době měření byl nadhazovač vysoký 175 cm a vážil 79 kg. Nadhazovač se měření zúčastnil dobrovolně a souhlasí s uvedením výsledků v diplomové práci.

2.8.3. Charakteristika použitých metod

Pro zjištění zapojení svalů jsme použili metodu, jež se nazývá povrchová elektromyografie, díky které jsme zjistili aktivitu jednotlivých svalů během nadhozu. Začátek a konec nadhozu jsme zjistili časovou analýzou videozáznamu pořízeného při měření. Na časovou analýzu záznamu jsme použili software „DartFish".

Elektomyografie

Je metoda, která umožňuje sledovat aktivitu svalů. Je založena na povrchovém či intramuskulárním snímáním elektrické aktivity svalů, snímá změny elektrického potenciálu, které vznikají při svalové práci. Metoda snímání aktivity uvnitř svalu se nazývá jehlová elektromyografie a metoda snímání povrchové aktivity se nazývá povrchová elektromyografie (SEMG).

SEMG

Povrchová elektromyografie umožňuje snímání povrchové elektrické aktivity svalů pomocí povrchových elektrod. Povrchové elektrody snímají změny elektrického potenciálu, ke kterým dochází při svalové činnosti (Kasman, 2002). Povrchové elektrody nejsou vhodné pro vyšetření akčních potenciálů jednotlivých motorických jednotek, protože zachycují potenciály z větší plochy, takže se zaznamenává aktivita z více motorických jednotek. Povrchový EMG záznam nás informuje o průběhu rozdílů napětí na elektrodách umístěných na povrchu kůže. EMG signál získaný pomocí povrchových elektrod umožňuje globálnější posouzení elektrické aktivity svalu díky větší ploše, ze které je záznam získáván. Rovněž je snadněji použitelný při různých pohybových aktivitách (Cibulčík, Šóth, 1998).

„EMG signál je výsledkem sledu akčních potenciálů motorických jednotek, které jsou detekovány povrchovou elektrodou v blízkosti kontrahovaných svalových vláken. Akční potenciál prochází při měření povrchového EMG přes přilehlé svalové tkáně, hlavně tuk a kůži, na jejímž povrchu je detekován." (Sedliská, 2007, str. 39.)

SEMG se často provádí s dalšími typy měření jako např. dynamometrií a goniometrií. SEMG je většinou spjato i s použitím videokamery, kdy se přístroj měřící EMG kalibruje s videokamerou, aby bylo možno přesně určit místo v daném pohybu, kdy měl daný sval danou aktivitu.

Charakteristika EMG přístroje:

K měření jsme využili mobilní EMG přístroj s dalším vybavením (náhradní zdroj s nabíječkou, speciálně vytvořený software pro ukládání dat a přenos do PC). Tento přístroj zvládá měřit aktivitu až sedmi svalů. Je vybaven jedním synchronizovaným kanálem pro synchronizaci videozáznamu. Maximální kapacita je 5 minut záznamu. Záznam je operativně přenášen do notebooku, aby přístroj měl volnou kapacitu na další záznam.

Specifikace přístroje:

Nezávislý mobilní EMG přístroj

- *Autor a výrobce:* Karel Zelenka, UK FTVS v Praze
- *Určení přístroje:* Nezávislý mobilní EMG přístroj pro terénní snímání el. potenciálů svalových skupin povrchovými elektrodami, upravený pro transport na těle probanda. Přenos naměřených dat do přenosného PC.
- *Charakteristika přístroje:* Polyelektromyografický mobilní přístroj s vlastní pamětí 8 měřících kanálů, z toho 7 kanálů pro měření EMG potenciálů ze svalových skupin, 1 kanál je pracovní pro synchronizaci s videozáznamem, pro orientační značkování přímo v záznamu generované probandem, akustickou informaci ohraničující čas měření apod.
- *Charakteristiky měření:* Doba měření v 6 nastavitelných stupních od 2,5 s do 327 s (tj. přibližně 5 min).
- *Vzorkování:* 200 Hz, tj. 5 ms.
- *Frekvence:* 30–1200 Hz při -3dB pro každý kanál. Je zaznamenávána absolutní hodnota EMG signálu s integrací. Křivka (obálka jednotlivých vrcholů) je vyhlazena s časovou konstantou od 14 do 125 ms. Stupeň citlivosti je možno nastavovat v řadě od 50 do 2000 V.
- *Napájení:* 3 samostatné akumulátory NiMH.
- *Rozměry přístroje s akumulátory:* 185x140x42 mm.
- *Hmotnost s akumulátory:* Do 1,3 kg.

Obr. 2.8.1. Ilustrační foto - Přenosné EMG zařízení

Charakteristika videokamery:

Digitální kamera Sony HDV 1080i Handycam (s rozlišením 4 megapixely a s frekvencí snímání 25 obrázků za sekundu).

Citlivost měření jednotlivých svalů

U každého svalu byla nastavena individuální citlivost měření elektrické aktivity tak, aby byl EMG záznam dobře analyzovatelný.

Nastavení citlivosti u jednotlivých svalů:

1. musculus. deltoideus (pars ant. clavicularis) – 0,5mV
2. musculus deltoideus (pars scapularis) – 0,5mV
3. musculus biceps brachii (caput longum) – 0,5mV
4. musculus triceps brachii (caput longum) – 0,5mV
5. musculus pectoralis major (pars sternocostaalis) – 0,5mV
6. musculus serratus anterior – 0,2mV
7. musculus trapezius – 0,1mV

2.9. Organizace výzkumu

Měření proběhlo v areálu FTVS v Praze 6 na atletickém stadionu na ploše vymezené pro softbal dne 6. 11. 2008. Přítomni byli vedoucí práce, dva odborní konzultanti, měřený nadhazovač a autor práce. Při měření bylo použito již výše zmíněného vybavení na zaznamenávání EMG a videozáznamu. Také bylo použito softbalové vybavení: rukavice, „spikes“ a softbalový míč. Po seznámení nadhazovače s průběhem měření a nalepením elektrod na jeho tělo, jež byly umístěny podle Travell a Simons (1999), se začalo se zkušebními pokusy, při kterých se dolaďovala citlivost měření a synchronizace s videozáznamem, která byla zajištěna klapkou s optickým snímačem. Nadhazovač nadhazoval cca ze vzdálenosti 14 m, což v podstatě odpovídá vzdálenosti dané pravidly. Od každého druhu nadhozu byly nadhozeny 3 série po dvou pokusech, tj. nadhazovač naházel „naostro“ 30 nadhozů. Přístroj snímající EMG byl umístěn na bedrech nadhazovače a pravidelně po jedné sérii, byla data přenášena do přenosného počítače. Videokamera byla umístěna kolmo ke směru nadhozu.

2.10. Metody hodnocení

2.10.1. Popis srovnání zapojení svalů u nadhozů

K zjištění zapojení jednotlivých svalů u daných nadhozů jsem využil kvalitativní analýzu a zapojení svalů srovnával ve výše zmíněných fázích nadhozu. V těchto fázích jsem srovnával grafické záznamy EMG intenzity zapojení daných svalů. Synchronizaci EMG záznamů jsem zajistil pomocí znalosti začátku nadhozů, které jsem zjistil z pořízeného videozáznamu a upravili v softwaru „DartFish“, a lehké grafické korekce k bodu na grafu musculus deltoideus (pars ant. clavicularis). Tento bod jsem stanovil k času 0,65 s od počátku nadhozu a „1840 mV“ (ve skutečnosti jen 40 mV – viz dále). Vycházel jsem z předpokladu, že začátky nadhozů u různých druhů se co do rozdílnosti zapojení svalů neliší, tudíž jde bez nebezpečí zkreslení v tomto bodě grafy časově a podle elektrické aktivity „přiložit k sobě“.

2. Empirická část

2.1. Výsledky

Cílem práce bylo zjištění rozdílnosti či nerozdílnosti zapojení vybraných svalů při různých druzích nadhozů. Výsledky, které jsme naměřili EMG přenosným přístrojem, byly převedeny do podoby grafů a pomocí pořízeného záznamu bylo možno zjistit zapojení daných svalů v závislosti na čase a fázi nadhozu. Nadhoz se měřil od prvního pohybu ramen vpřed, ale nadhazovač prováděl již před tímto pohybem jiné pohyby, související s vlastním nadhozem jen minimálně. Všeobecně se tyto pohyby – záklon, kruh spojenýma rukama vpřed, pohyb rukama ze strany do strany, zvednutí spojených rukou nad hlavu atd. – provádějí hlavně pro uvolněné napětí, vyvedení pálkaře z míry či lehké rozpohybování do nadhozu. Nadhazovač při měření prováděl mimo rámec nadhozu mírný záklon vzad a půlkruh spojenýma rukama před tělem. Tyto pohyby vedly k tomu, že grafické EMG záznamy již začínají na určité úrovni aktivity měřených svalů. Průměrně se doba nadhozu pohybovala od 1,7 s do 1,8 s dle toho, kdy jsem považoval dokončovací fázi nadhozu za ukončenou. Toto bylo dosti náročné rozpoznat, proto jsem přešel k tomu, že průběh aktivity svalů jsem sledoval po celých 1,8 s u všech pokusů. Toto opatření by nijak nemělo ovlivnit studii, protože důležitý pro tuto práci je hlavně stav aktivity svalů před a při vypouštění míče.

Nejprve jsem vytvořil grafy u jednotlivých druhů nadhozů ze všech pokusů. Poté jsem vyřadil grafy těch pokusů, které nejvíce vybočovaly od ostatních grafů. Ze zbylých jsem vybral jako reprezentativní vzorek daného nadhozu ten, který se nejvíce pohyboval ve středních hodnotách ve srovnání s ostatními grafy jiných pokusů. Toto jsem udělal u všech druhů nadhozů a výsledné vybrané vzorky jsem porovnával mezi sebou. Vždy jsem vybíral u jednoho nadhozu ze šesti pokusů, které byly označeny číslem série B(8–22) a označením nadhozu 1 či 2, protože každá série byla po dvou nadhozech.

3.2. Grafické znázornění EMG

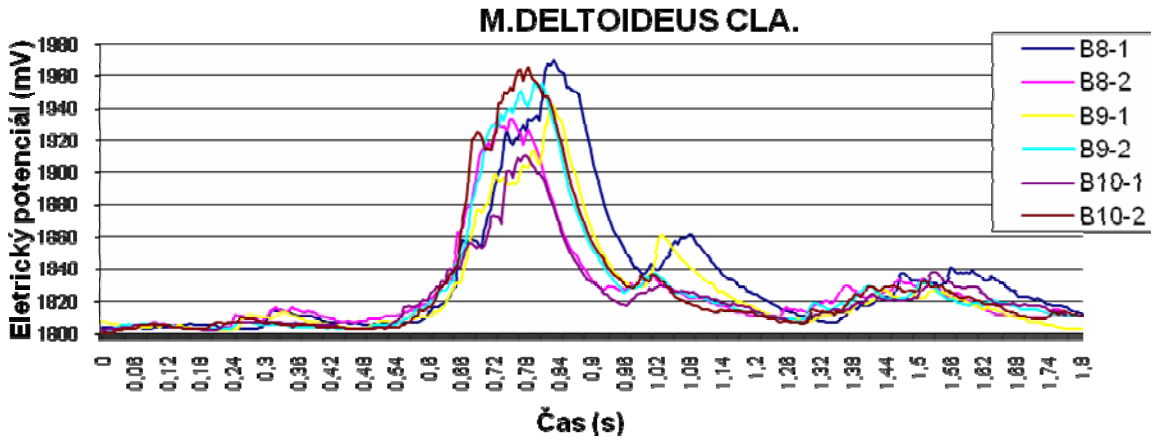
3.2.1. Popis grafů

V grafu je vždy název sledovaného svalu, označení nadhozu. Na ose x je čas měřený v sekundách, na ose y je elektrická aktivita měřena v mV. Tady by mohlo dojít k lehké mýlce. U aktivity jednotlivých svalů jsou připočtena různá čísla, z důvodu, aby se v grafech mohly jednotlivé svaly rozeznat. Tyto čísla jsem ponechal i u grafů, kde se v rámci jednoho svalu posuzuje šestice pokusů – např. u musculus deltoideus (pars ant. clavicularis) je připočteno číslo 1800 mV, ale toto číslo v podstatě odpovídá nule na grafu pro tento sval. Takže pokud má v určitém místě aktivitu např. 1840 mV, znamená to jen 40 mV. Pro upřesnění přikládám připočtená čísla u jednotlivých svalů.

1. musculus deltoideus (pars clavicularis) 1800 mV
2. musculus deltoideus (pars scapularis) 1500 mV
3. musculus biceps brachii (caput longum) 1200 mV
4. musculus triceps brachii (caput longum) 900 mV
5. musculus pectoralis major (pars sternocostaalis) 600 mV
6. musculus serratus anterior 300 mV
7. musculus trapezius 0 mV

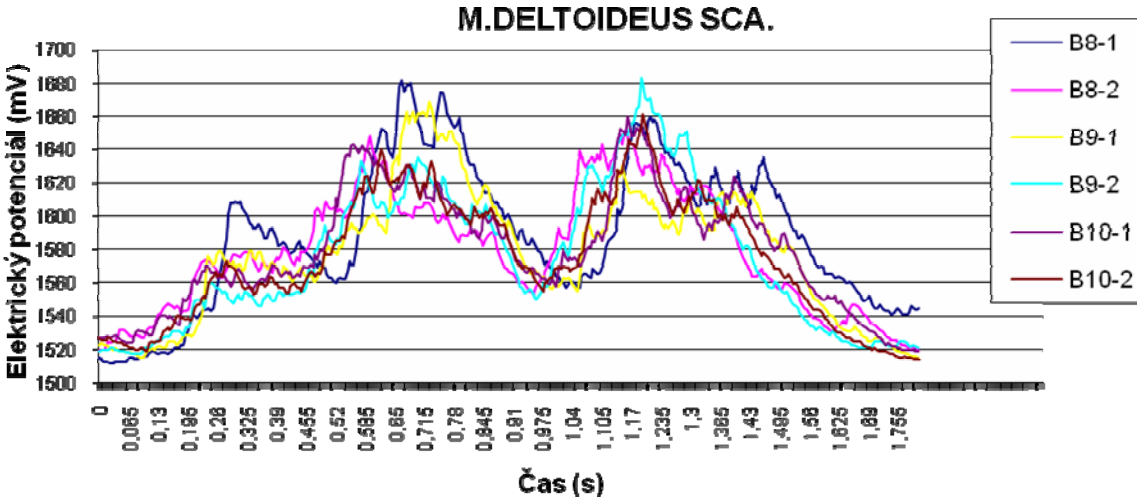
3.2.2.Grafy jednotlivých pokusů

Rychlý nadhoz

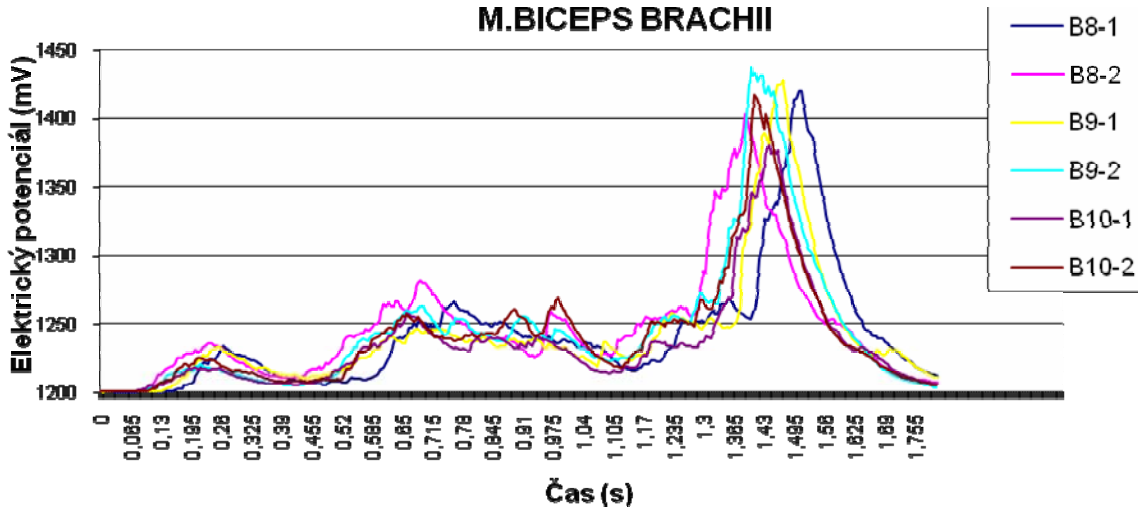


Obr. 3.2.1. Graf srovnání pokusů - m. deltoideus (pars clavicularis) – rychlý nadhoz

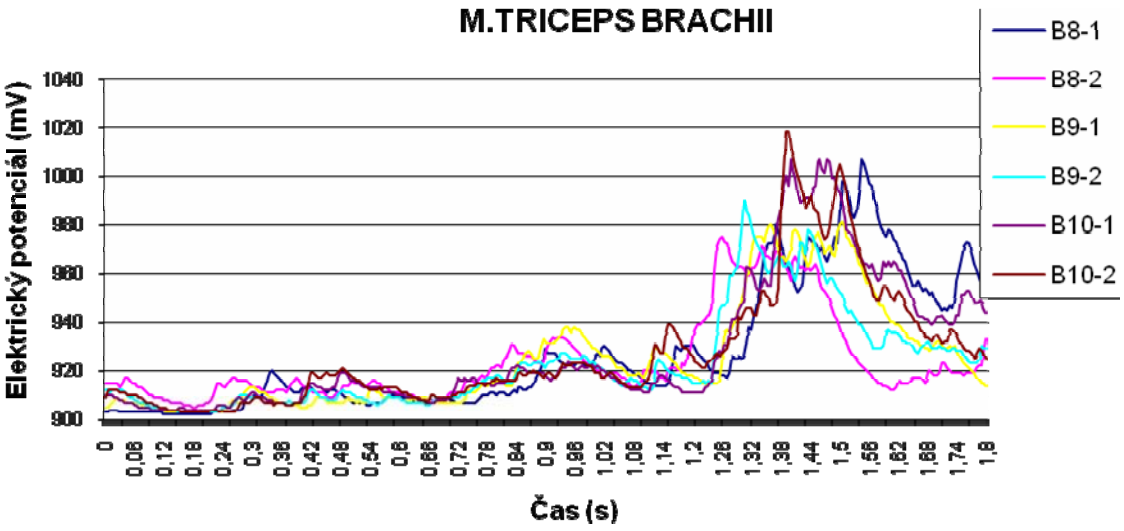
Obr. 3.2.2. Graf srovnání pokusů - m. deltoideus (pars scapularis) – rychlý nadhoz



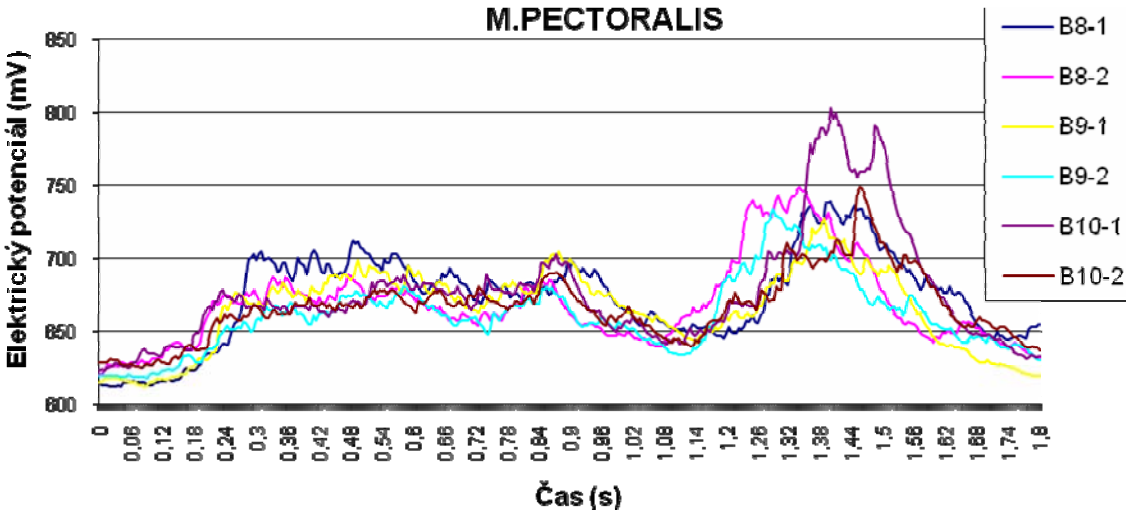
Obr. 3.2.3. Graf srovnání pokusů – m. biceps brachii – rychlý nadhoz



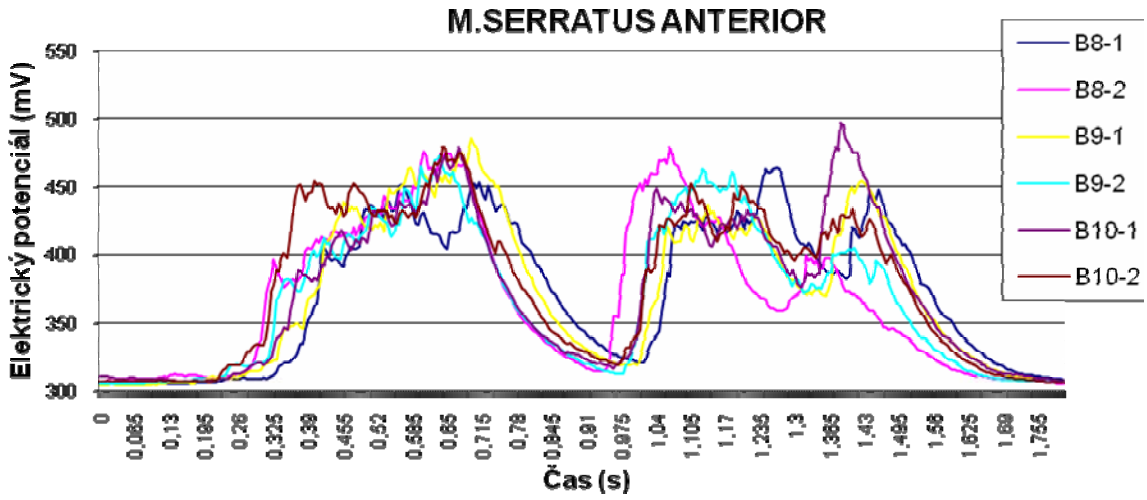
Obr. 3.2.4. Graf srovnání pokusů - m. triceps brachii – rychlý nadhoz



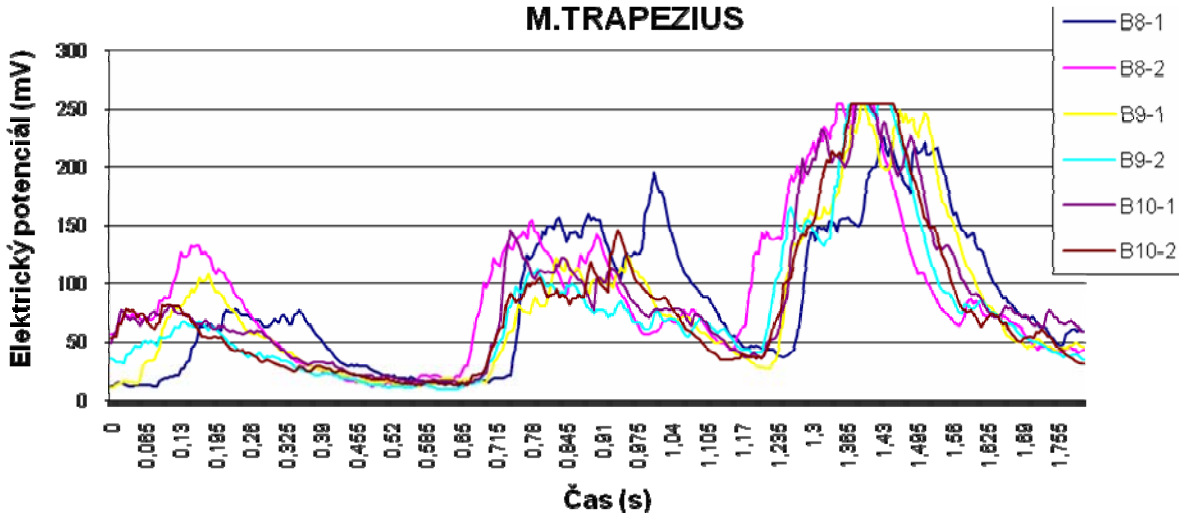
Obr. 3.2.5. Graf srovnání pokusů – m. pectoralis major – rychlý nadhoz



Obr. 3.2.6. Graf srovnání pokusů - m. serratus anterior – rychlý nadhoz

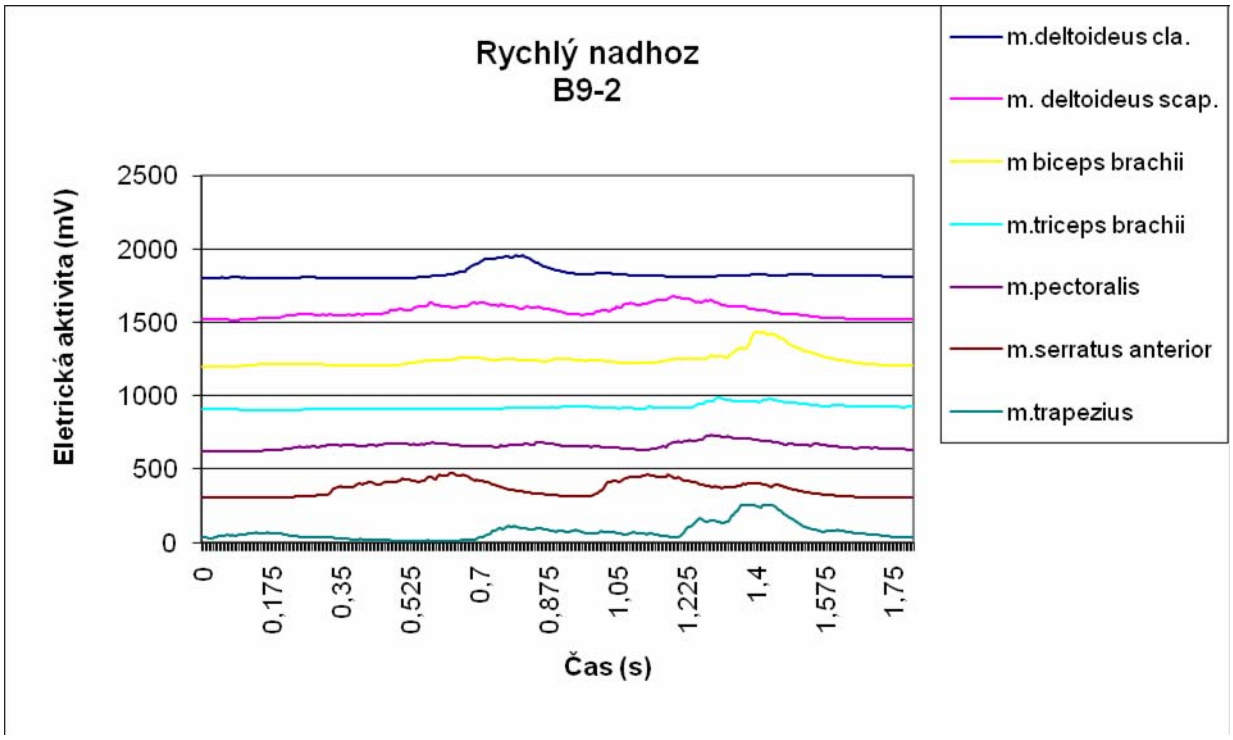


Obr. 3.2.7. Graf srovnání pokusů – m. trapezius – rychlý nadhoz

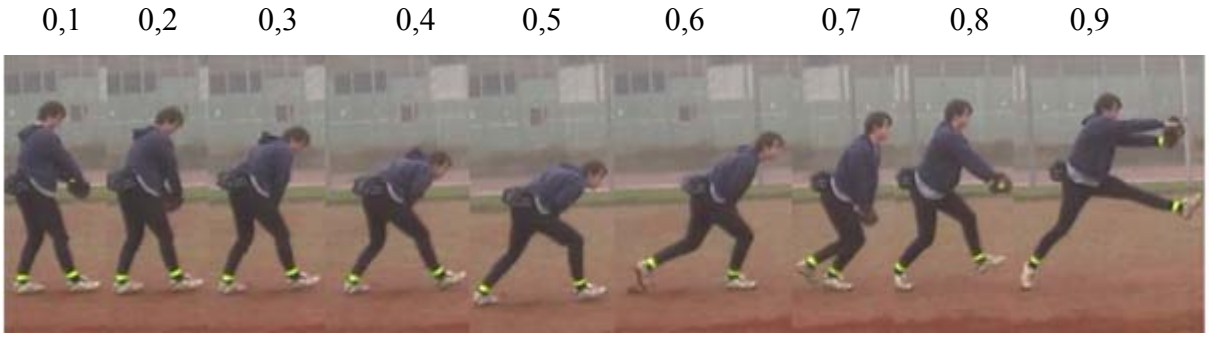


Na základě těchto grafů jsem při výběru reprezentativního vzorku rychlého nadhozu, nejdříve vyřadil ty, které se výrazně vychylovaly od ostatních. Ze zbylých jsem se snažil vybrat ten, co se nejvíce pohyboval v průměru vůči ostatním pokusům. Vybral jsem pokus označený jako B9-2. Na grafu (obr. 3.2.8.) můžeme vidět průběh všech měřených svalů u tohoto rychlého nadhozu. Tyto aktivity svalů si můžeme spojit s kinogramem (obr. 3.2.9.), který jde po 0,1 s, tudíž není problém zjistit zapojení daného svalu v určitý moment nadhozu.

Obr. 3.2.8. Graf průběhu svalové aktivity u pokusu B9-2 – rychlý nadhoz

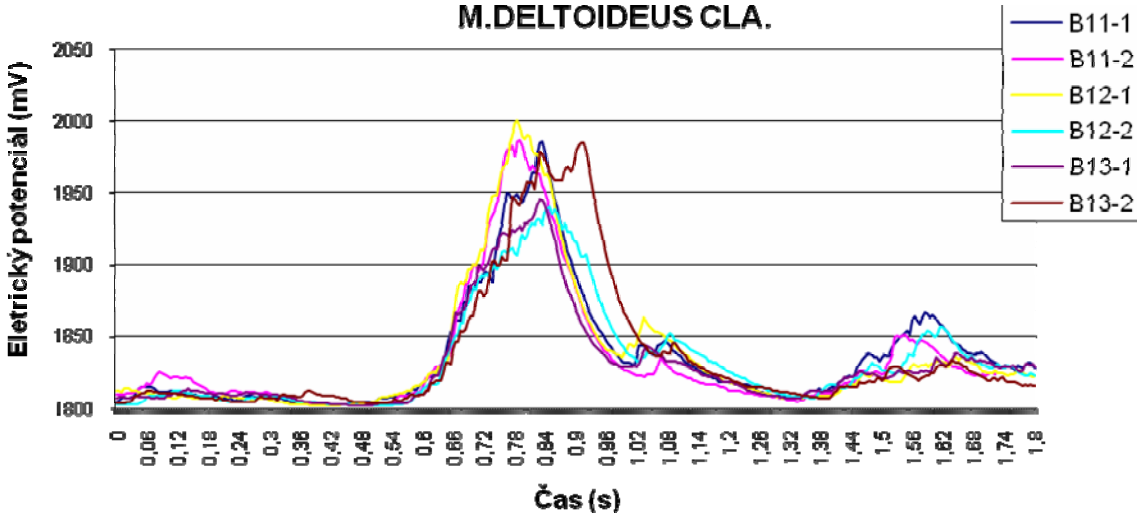


Obr. 3.2.9. Kinogram rychlého nadhozu

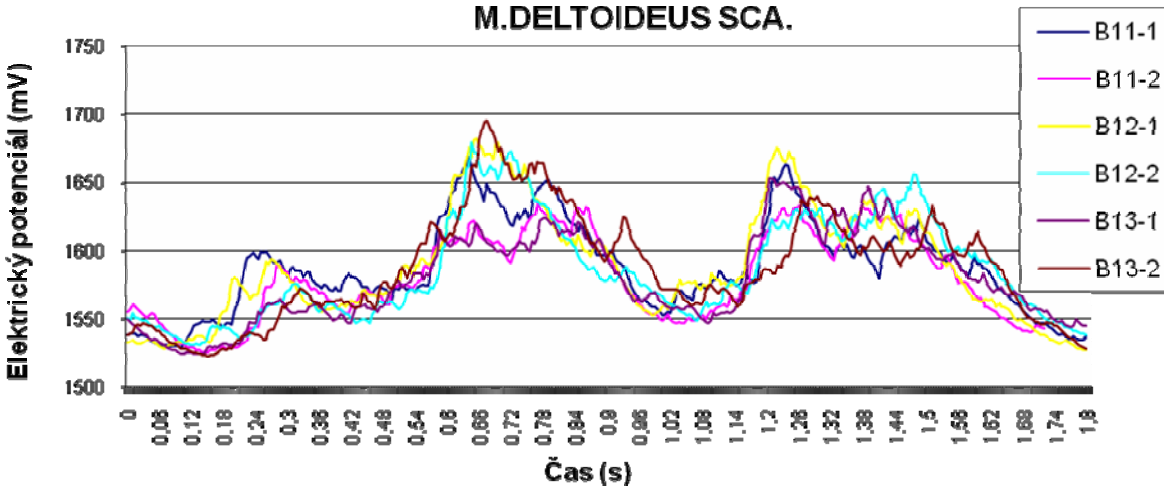


Stoupavý nadhoz

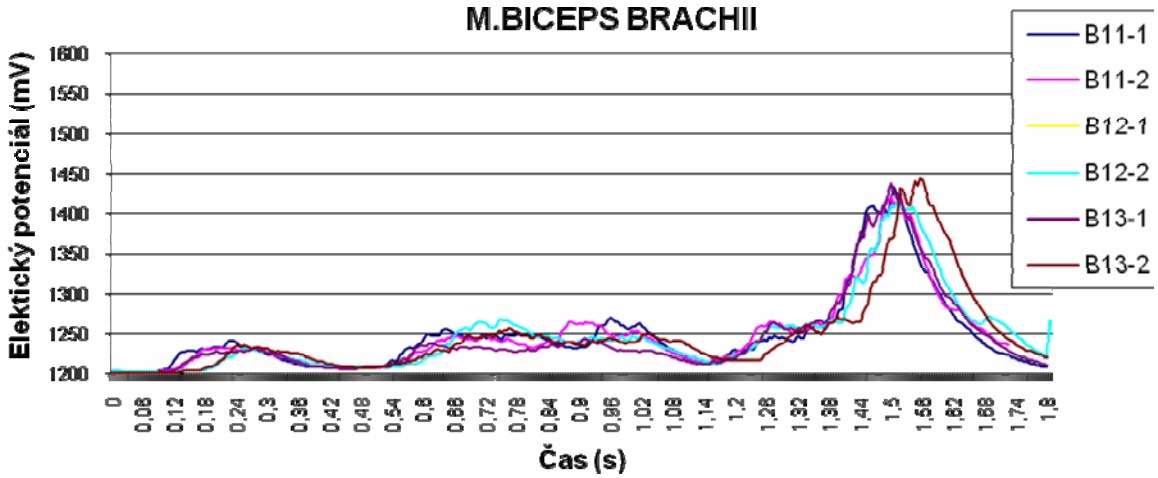
Obr. 3.2.10. Graf srovnání pokusů - m. deltoideus (pars clavicularis) – stoupavý nadhoz



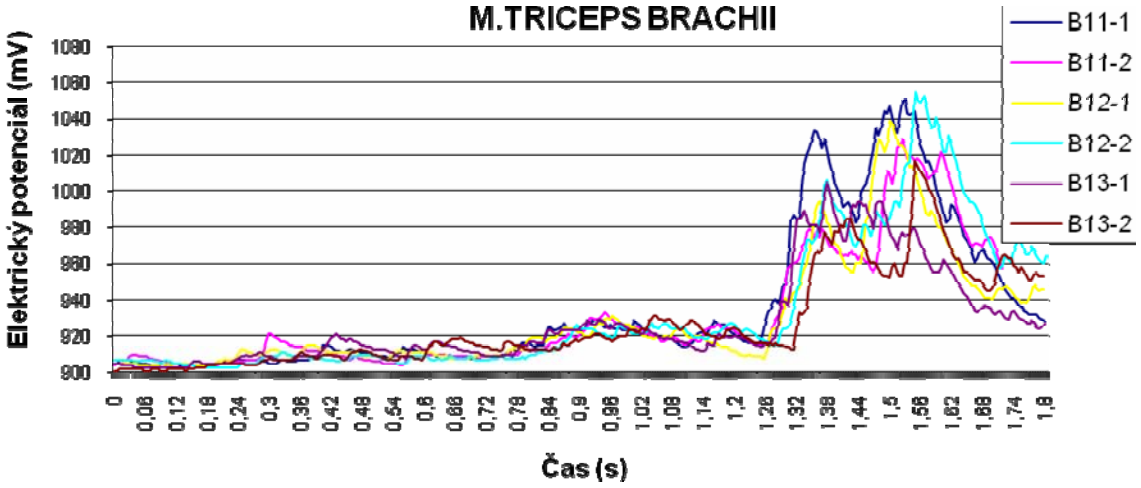
Obr. 3.2.11. Graf srovnání pokusů - m. deltoideus (pars scapularis) – stoupavý nadhoz



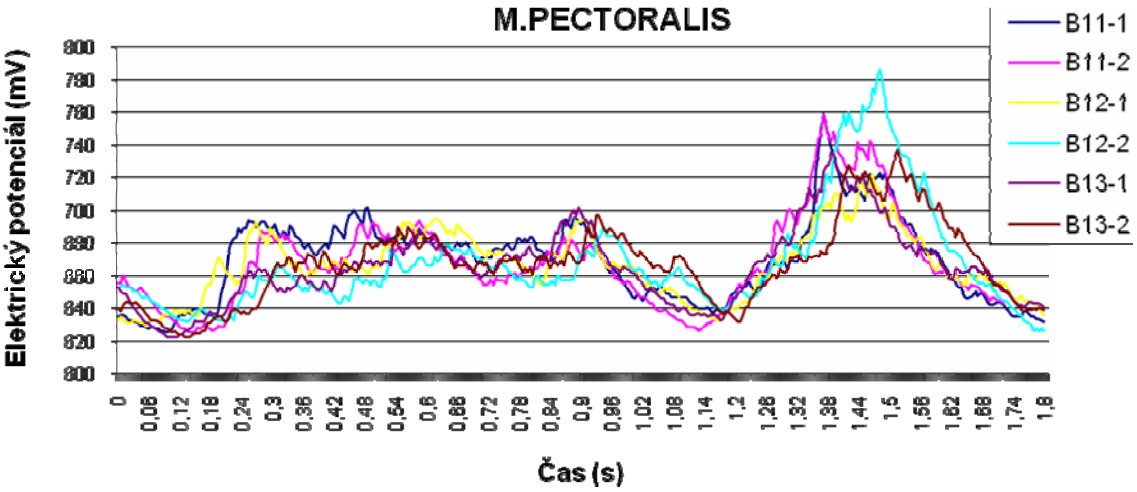
Obr. 3.2.12. Graf srovnání pokusů - m. biceps brachii – stoupavý nadhoz



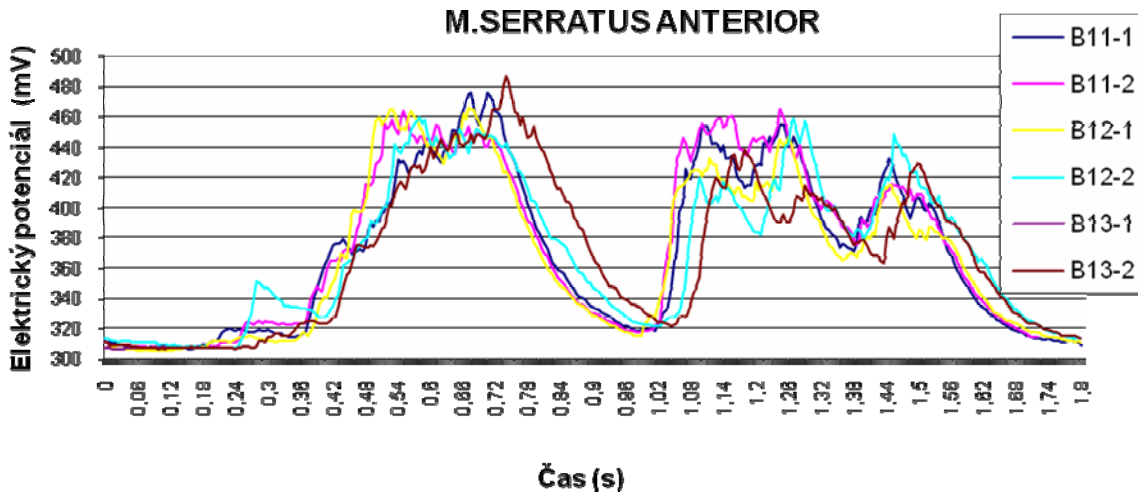
Obr. 3.2.13. Graf srovnání pokusů - m. triceps brachii – stoupavý nadhoz



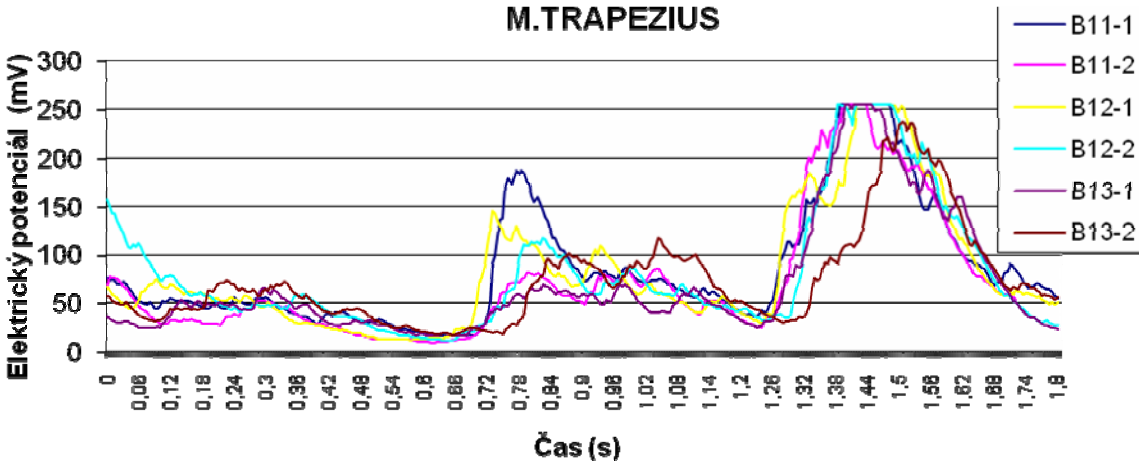
Obr. 3.2.14. Graf srovnání pokusů - m. pectoralis major – stoupavý nadhoz



Obr. 3.2.15. Graf srovnání pokusů - m. serratus anterior – stoupavý nadhoz



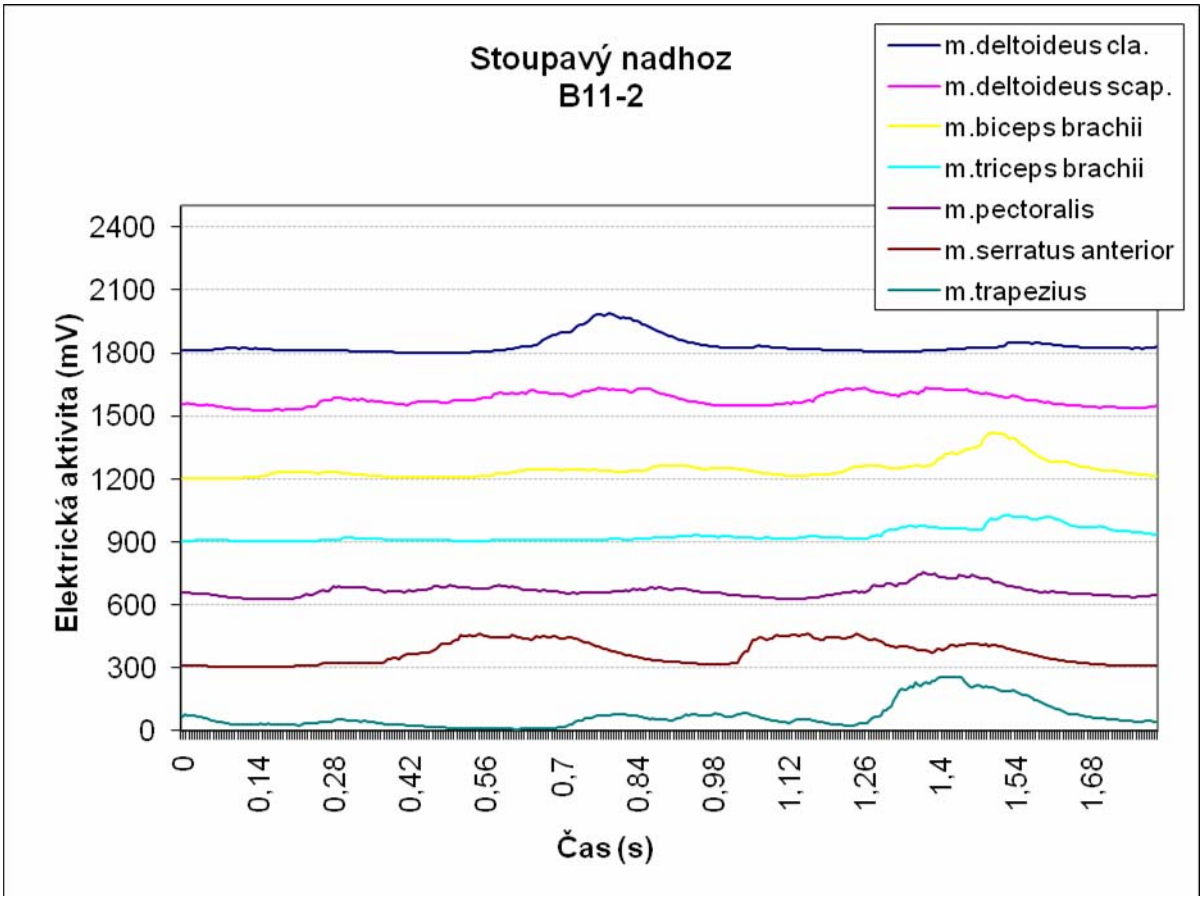
Obr. 3.2.16. Graf srovnání pokusů - m. trapezius – stoupavý nadhoz



Na základě těchto grafů jsem při výběru reprezentativního vzorku stoupavého nadhozu postupoval stejně jako u předešlého rychlého nadhozu a vybral jsem vzorek B11-2. Taktéž můžeme vizuálně jeho graf (obr. 3.2.17.) srovnat s kinogramem (obr.3.2.18.) nadhozu, který byl pořízen po 0,1 s.

.

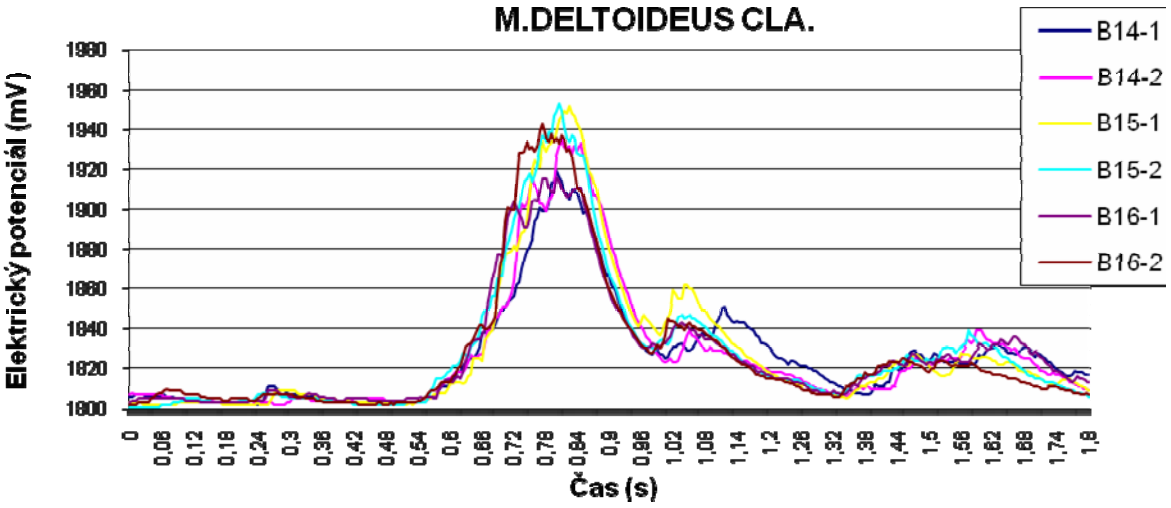
Obr. 3.2.17. Graf průběhu svalové aktivity u pokusu B11-2 – stoupavý nadhoz



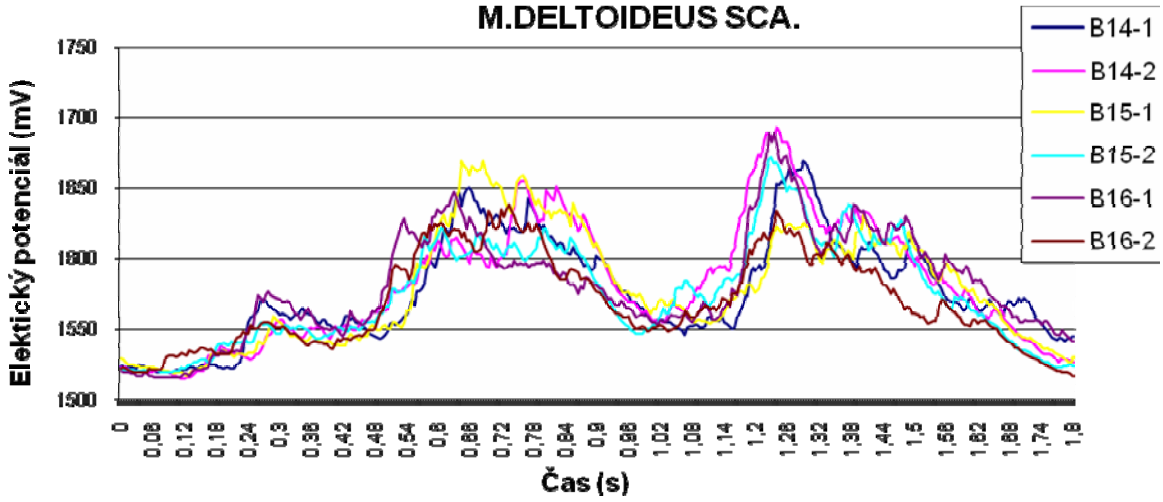
Obr. 3.2.18. Kinogram stoupavého nadhozu

Padavý nadhoz

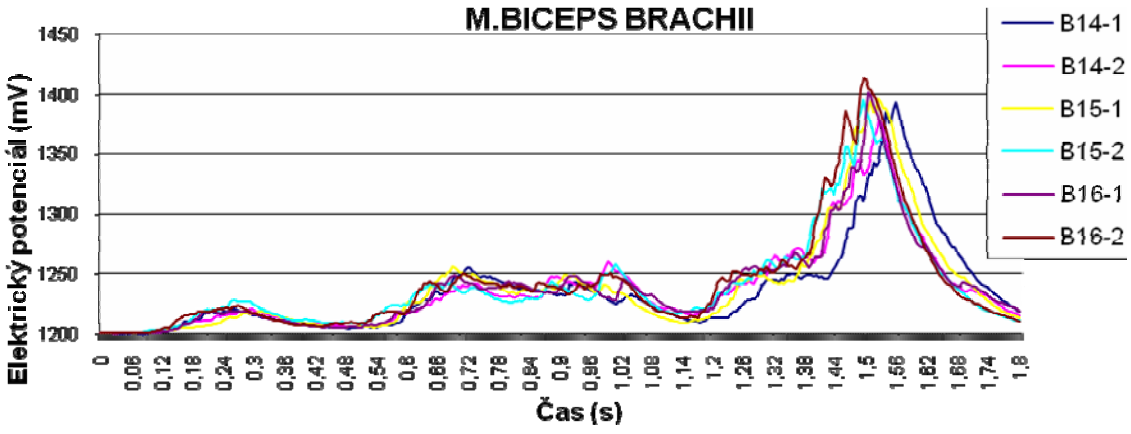
Obr. 3.2.19. Graf srovnání pokusů - m. deltoideus (pars clavicularis) – padavý nadhoz



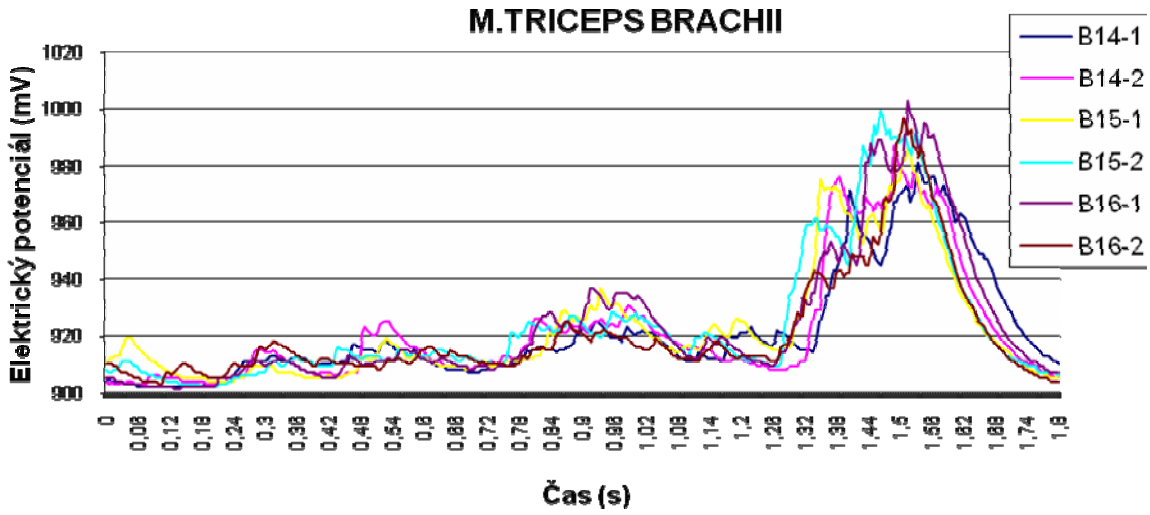
Obr. 3.2.20. Graf srovnání pokusů - m. deltoideus (pars scapularis) – padavý nadhoz



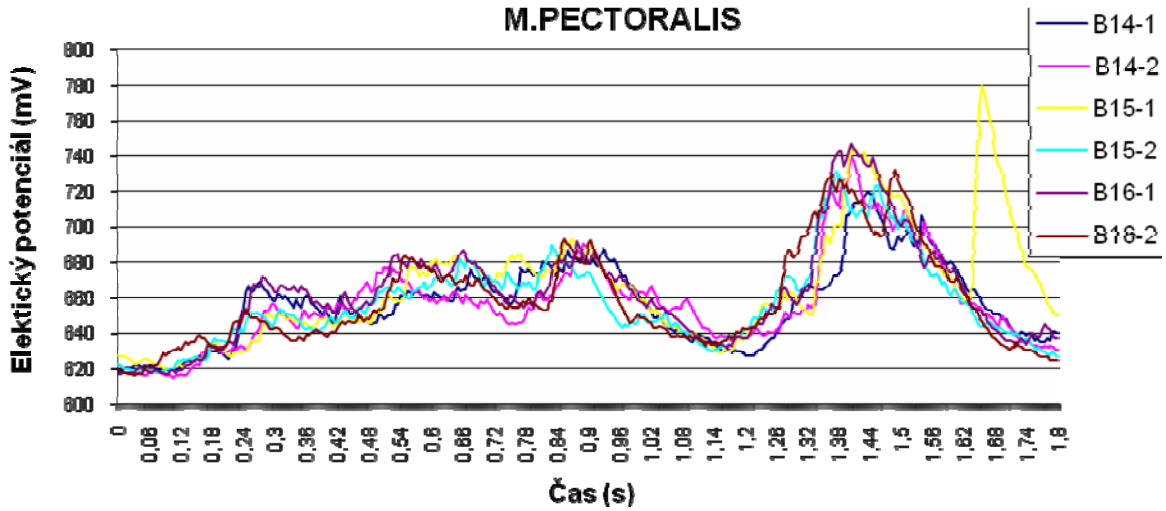
Obr. 3.2.21. Graf srovnání pokusů - m. biceps brachii – padavý nadhoz



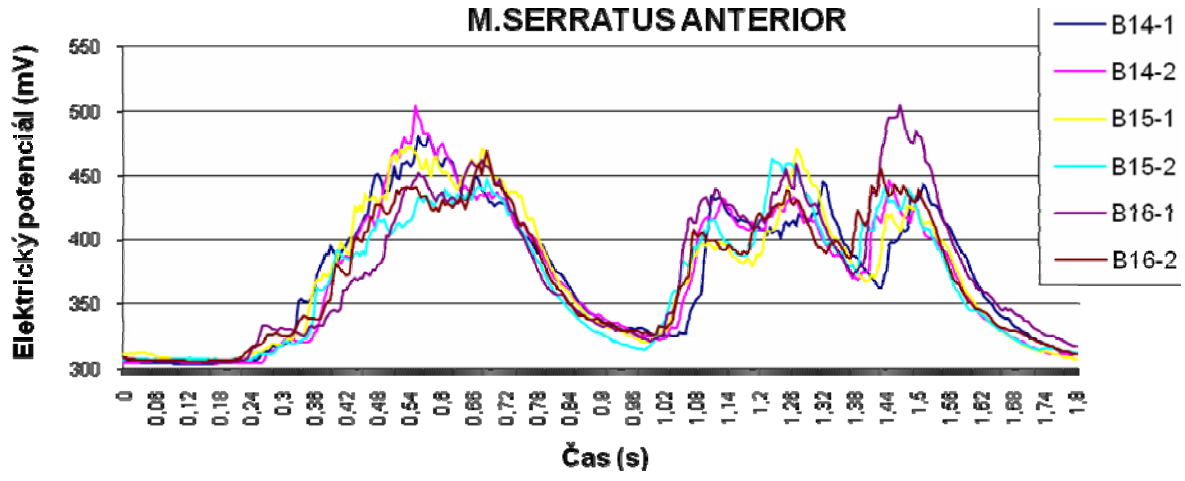
Obr. 3.2.22. Graf srovnání pokusů - m. triceps brachii – padavý nadhoz



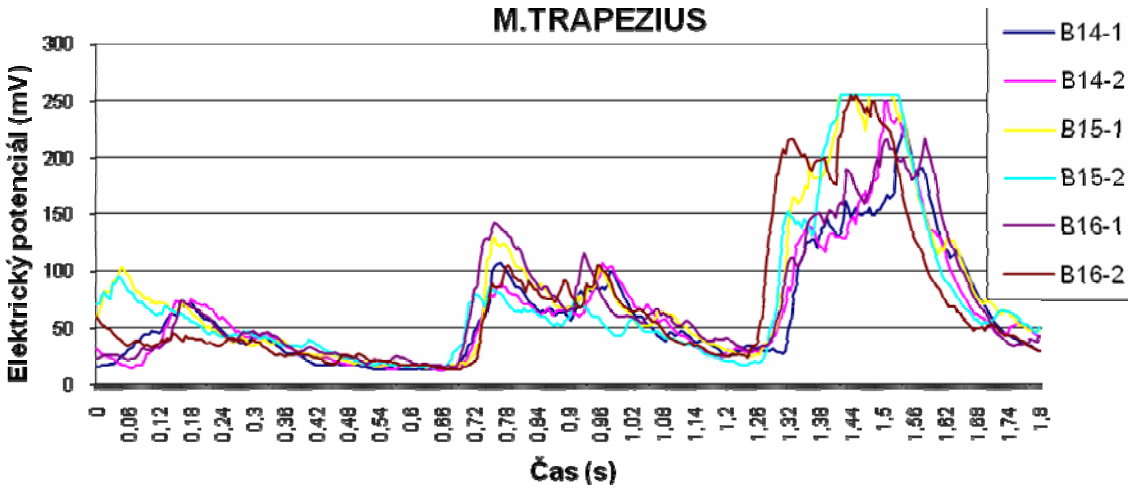
Obr. 3.2.23. Graf srovnání pokusů - m. pectoralis major – padavý nadhoz



Obr. 3.2.24. Graf srovnání pokusů - m. serratus anterior – padavý nadhoz

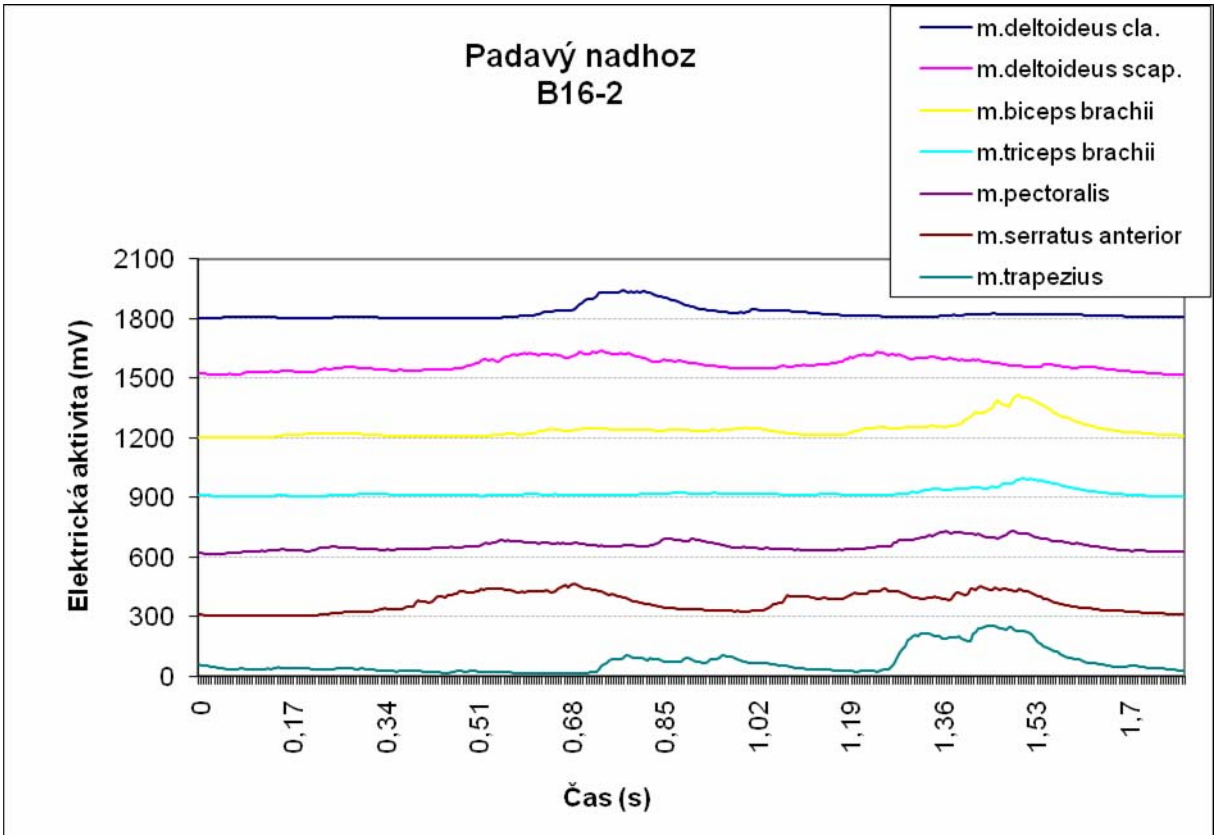


Obr. 3.2.25. Graf srovnání pokusů - m. trapezius – padavý nadhoz

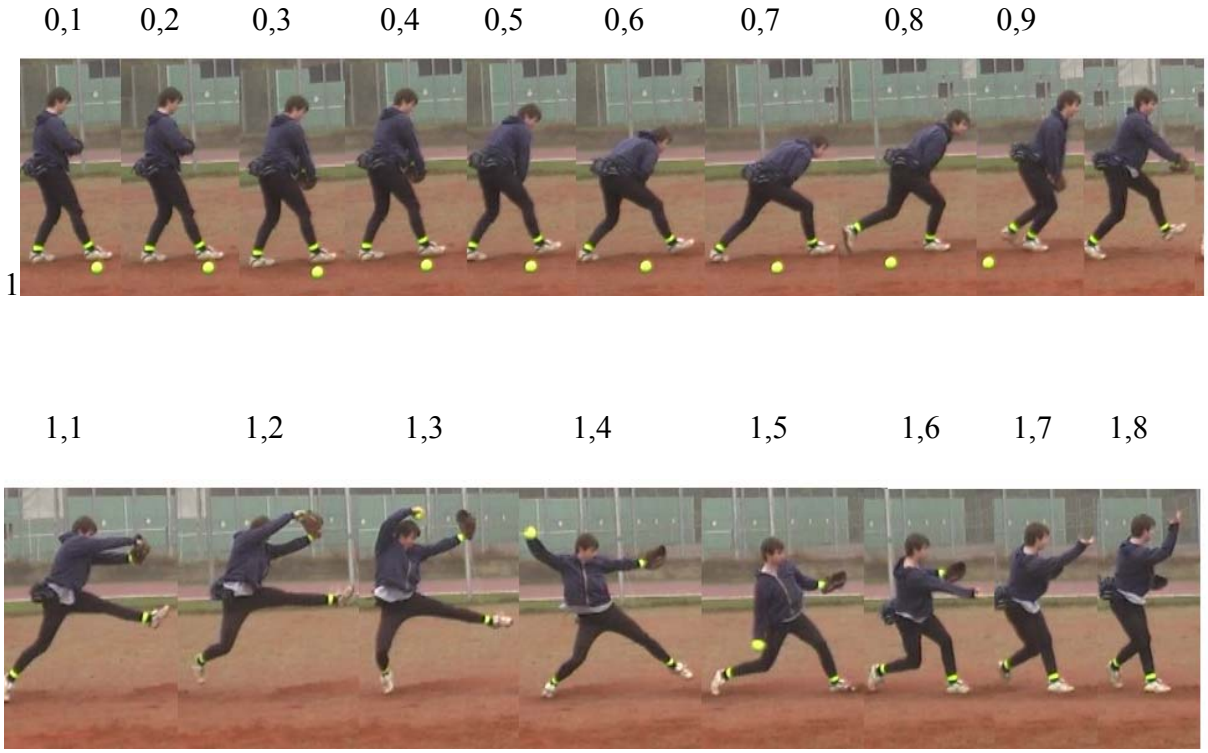


Při výběru reprezentativního vzorku padavého nadhozu jsem postupoval pomocí těchto grafů jako v předešlých případech a vybral jsem pokus B16-2. Níže je graf (obr. 3.2.26.), který popisuje aktivitu měřených svalů při padavém nadhozu, pod ním opět pro ilustraci kinogram padavého nadhozu (obr. 3.2.27.), pořizovaný po 0,1 s.

Obr. 3.2.26. Graf průběhu svalové aktivity u pokusu B16-2 – padavý nadhoz

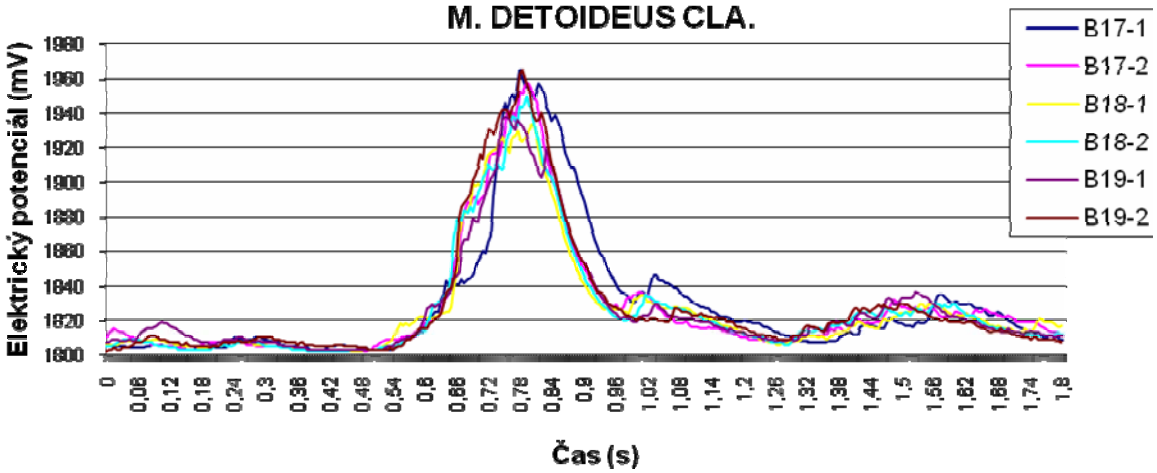


Obr. 3.2.27. Kinogram padavého nadhozu

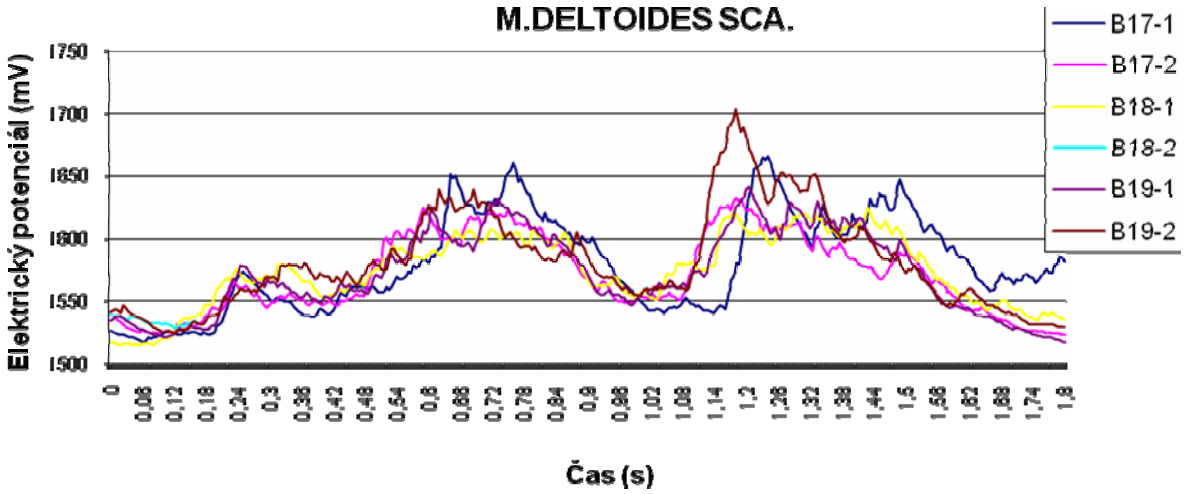


Točený nadhoz

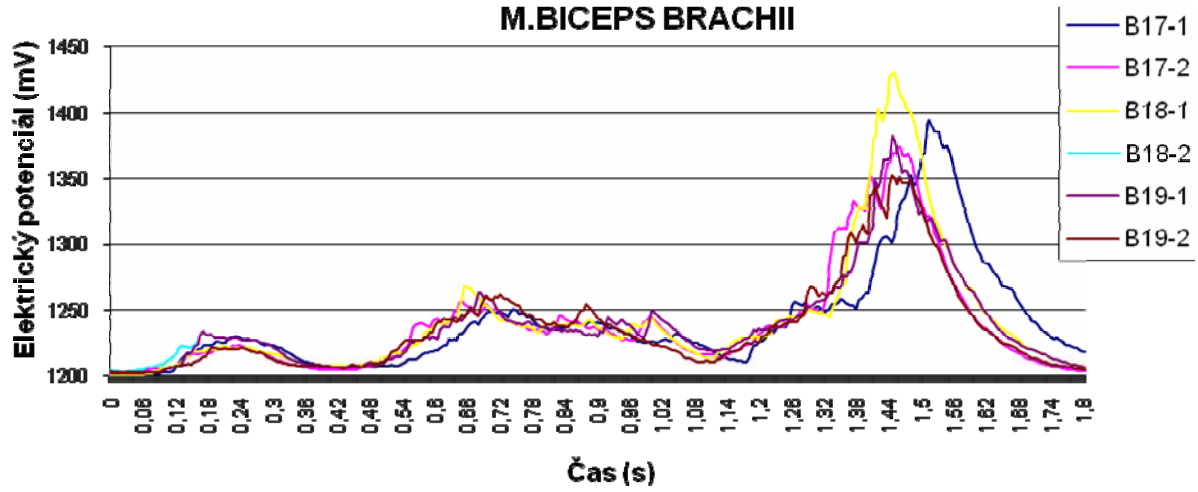
Obr. 3.2.28. Graf srovnání pokusů - m. deltoideus (pars clavicularis) – točený nadhoz



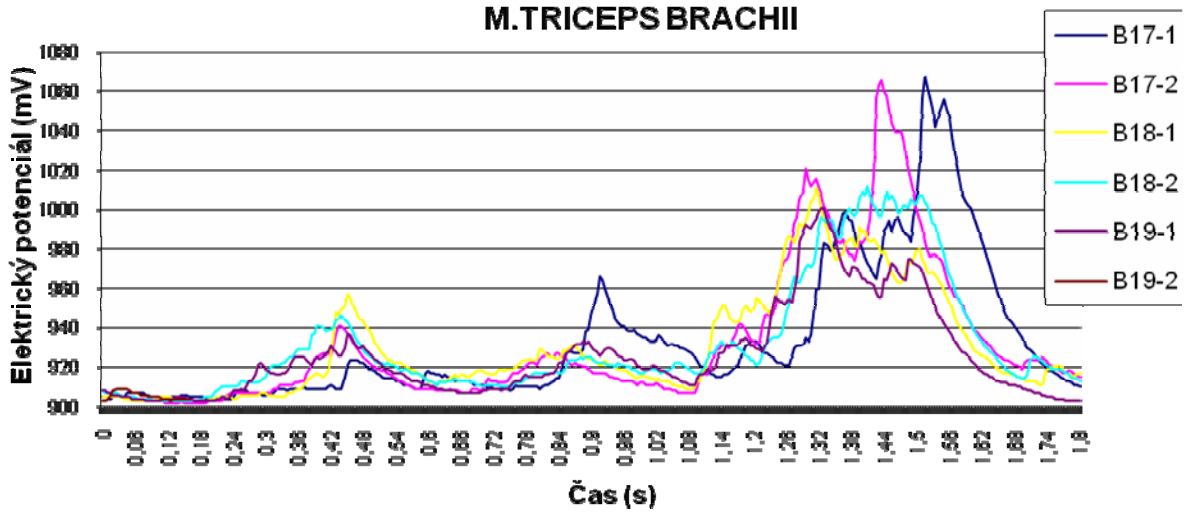
Obr. 3.2.29. Graf srovnání pokusů - m. deltoideus (pars scapularis) – točený nadhoz



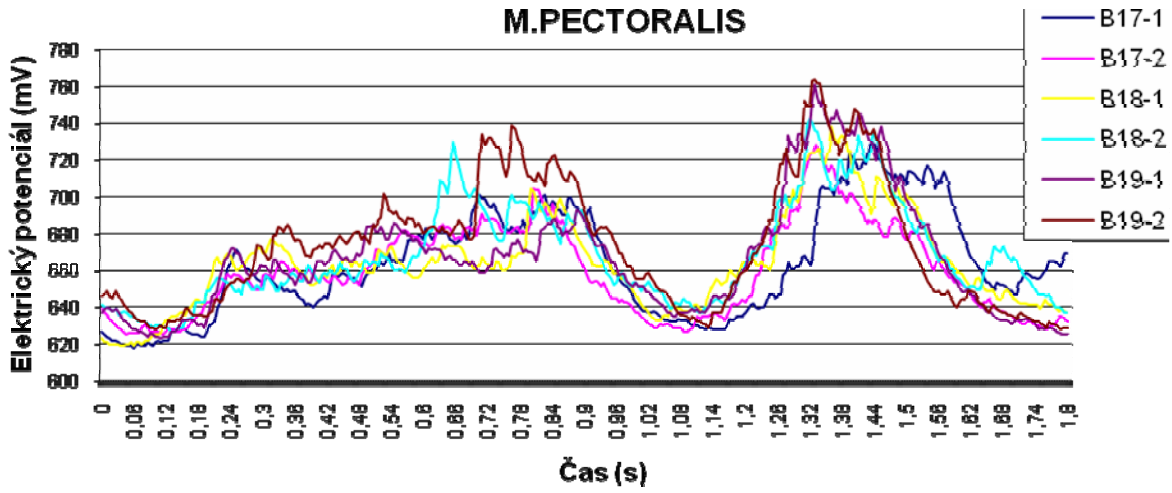
Obr. 3.2.30. Graf srovnání pokusů - m. biceps brachii – točený nadhoz



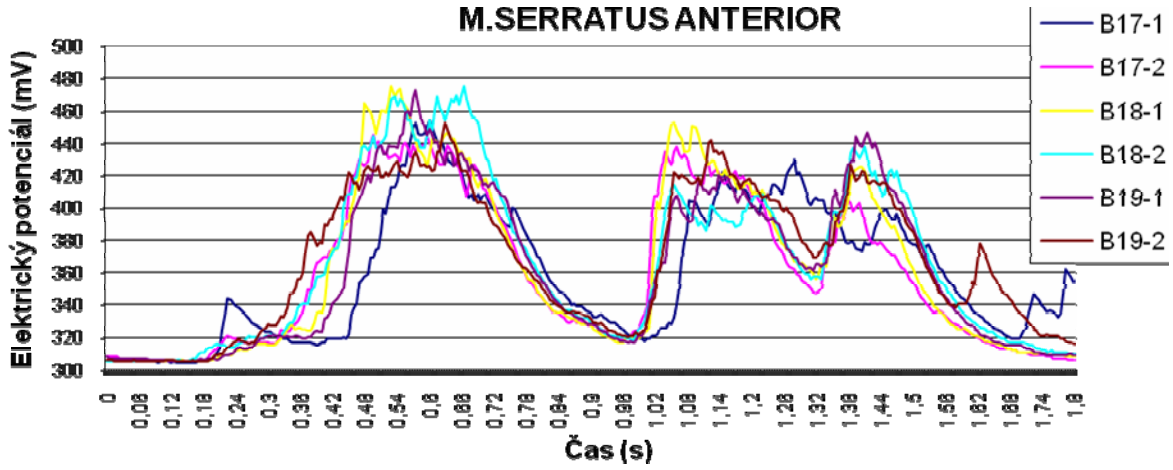
Obr. 3.2.31. Graf srovnání pokusů - m. triceps brachii – točený nadhoz



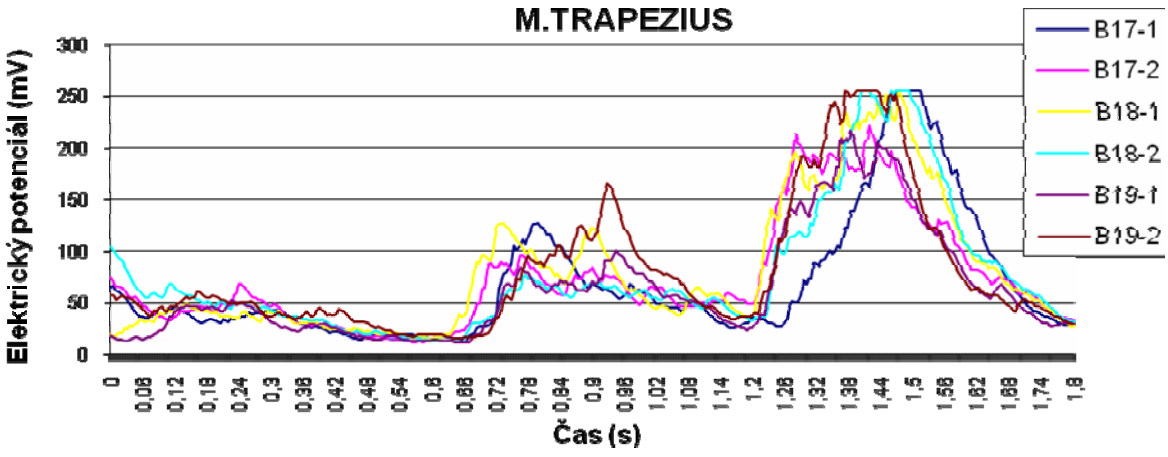
Obr. 3.2.32. Graf srovnání pokusů - m. pectoralis major – točený nadhoz



Obr. 3.2.33. Graf srovnání pokusů - m. serratus anterior – točený nadhoz

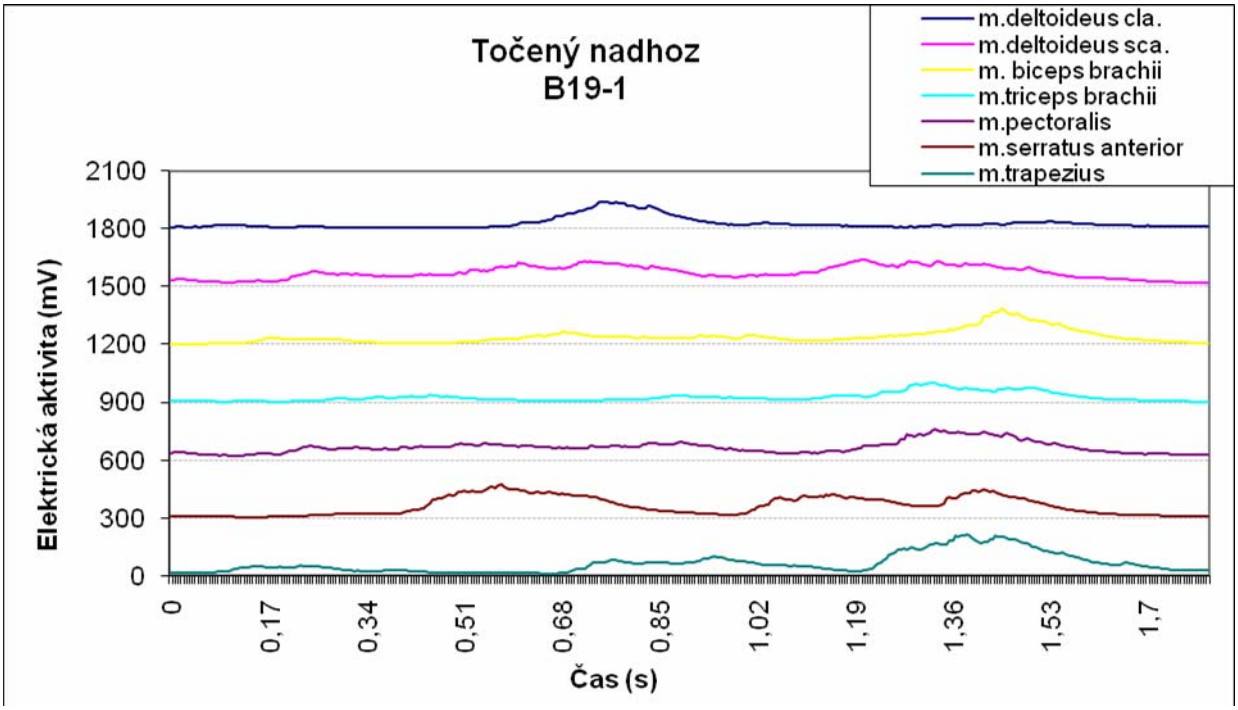


Obr. 3.2.34. Graf srovnání pokusů - m. trapezius – točený nadhoz

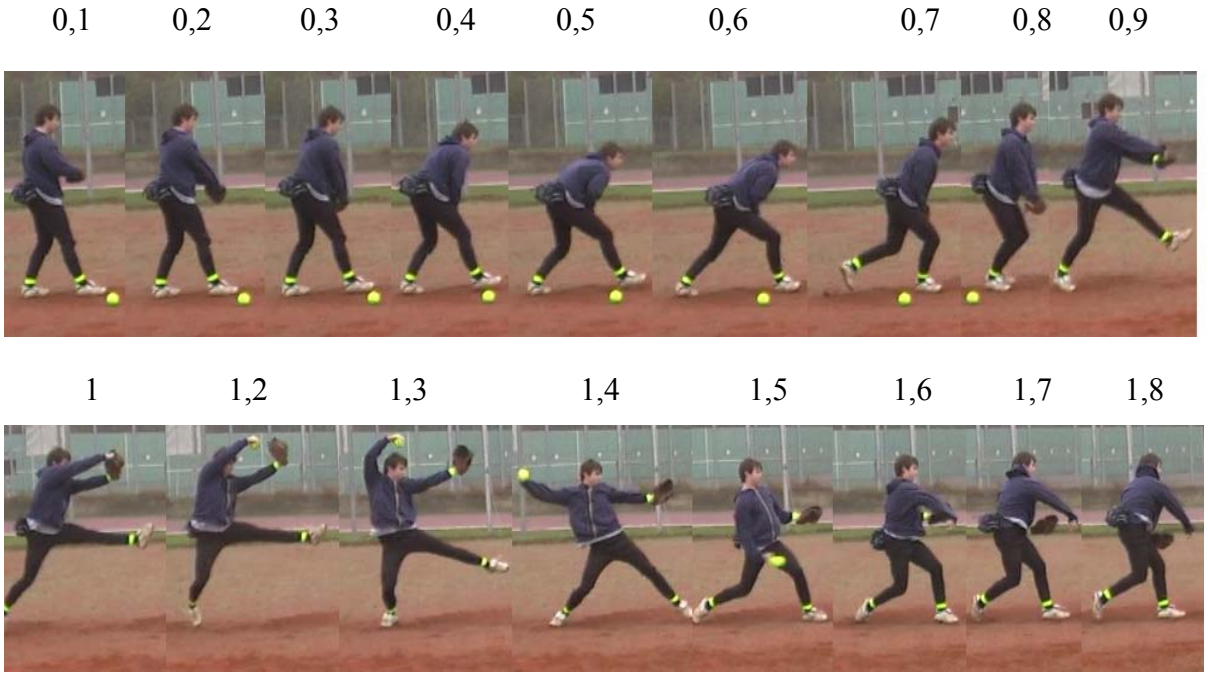


Pomocí těchto grafů jsem opět podle stejného klíče vybral reprezentativní vzorek točeného nadhozu. Je to pokus B19-1. Opět přikládám graf (obr. 3.2.35.), kde je znázorněn průběh aktivity měřených svalů v průběhů nadhozu, a pod ním ilustrativně kinogram točeného nadhozu(obr. 3.2.36.), kde obrázky následují 0,1 s po sobě.

Obr. 3.2.35. Graf průběhu svalové aktivity u pokusu B19-1 – točený nadhoz

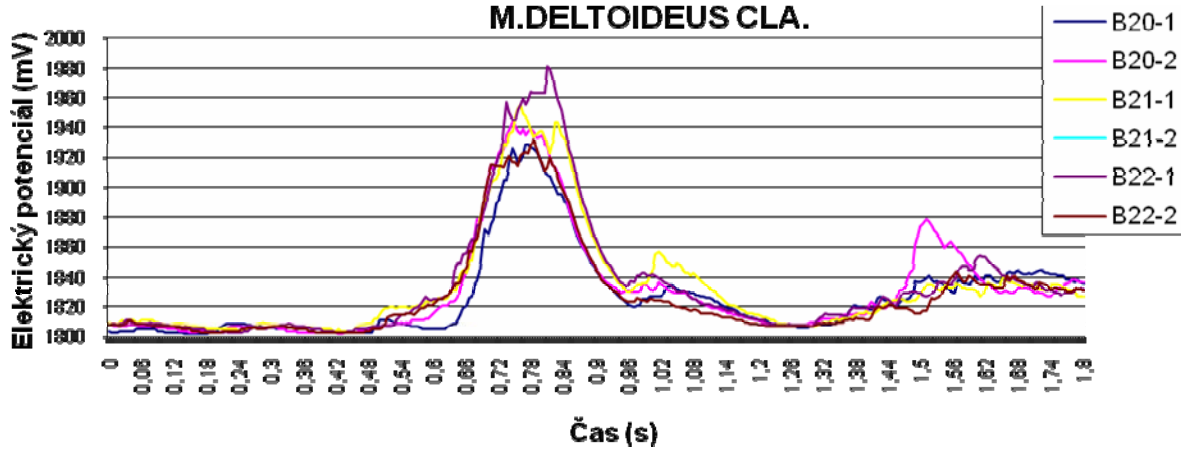


Obr. 3.2.36. Kinogram točeného nadhozu

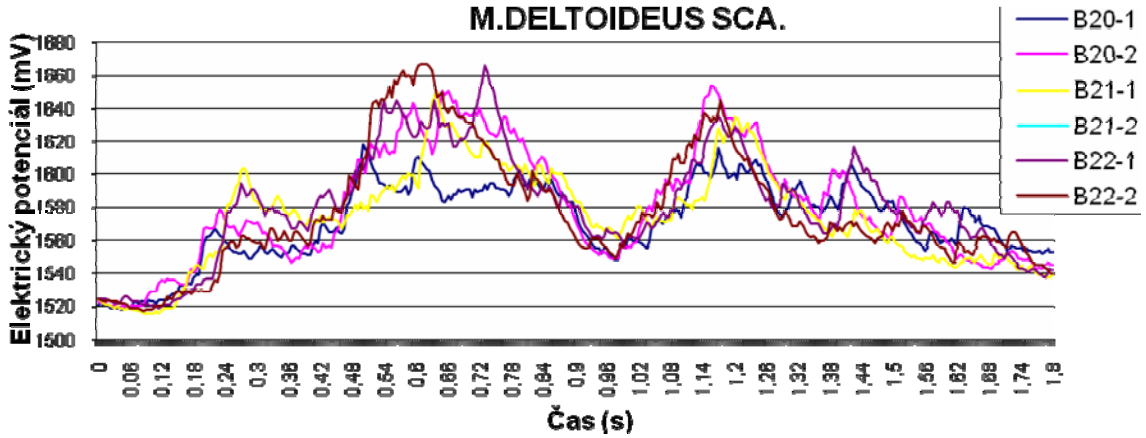


Zpomalený nadhoz

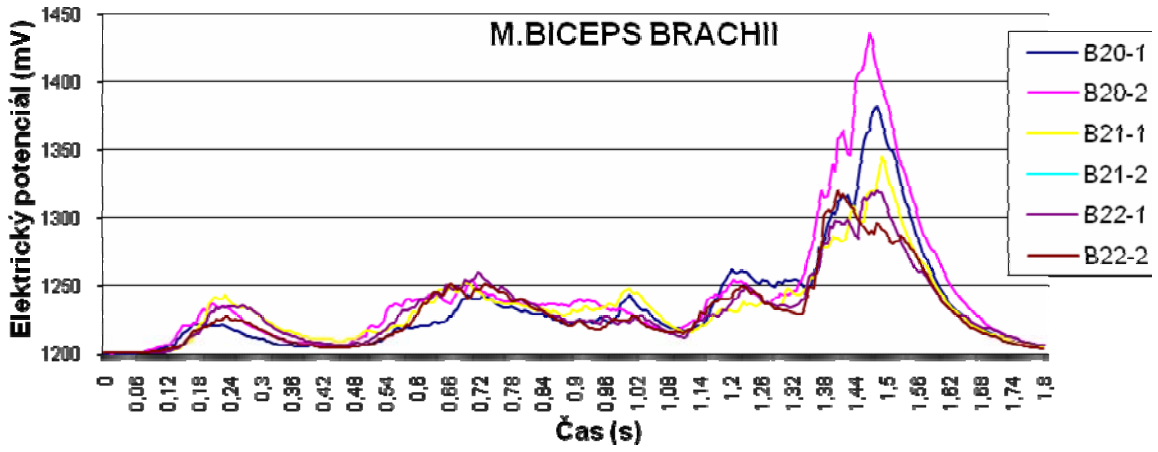
Obr. 3.2.37. Graf srovnání pokusů - m. deltoideus (pars clavicularis) – zpomalený nadhoz



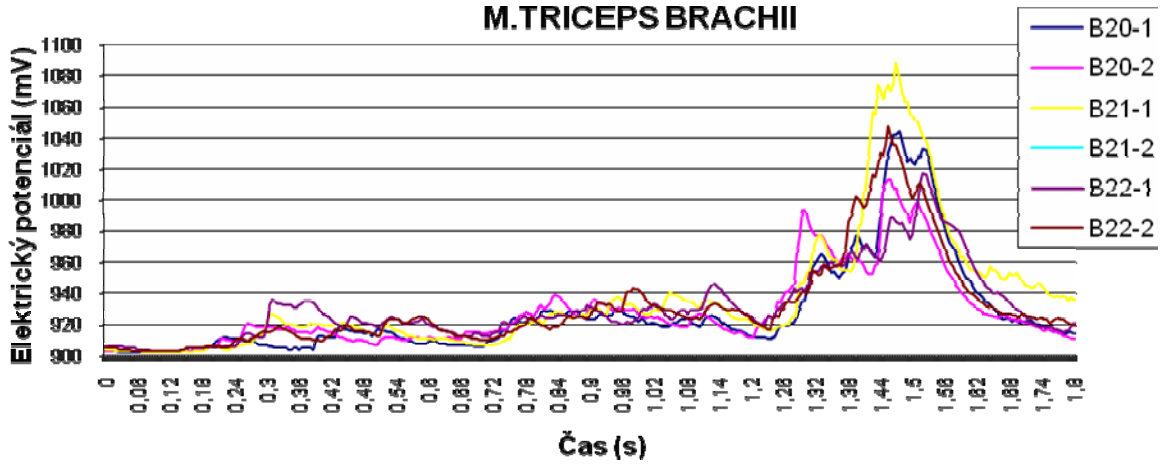
Obr. 3.2.38. Graf srovnání pokusů - m. deltoideus (pars scapularis) – zpomalený nadhoz



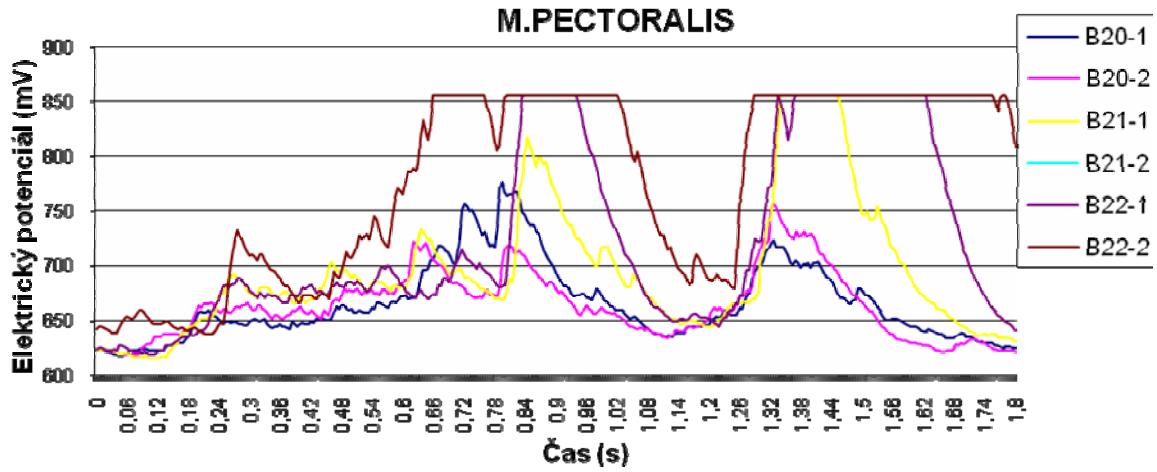
Obr. 3.2.39. Graf srovnání pokusů - m. biceps brachii – zpomalený nadhoz



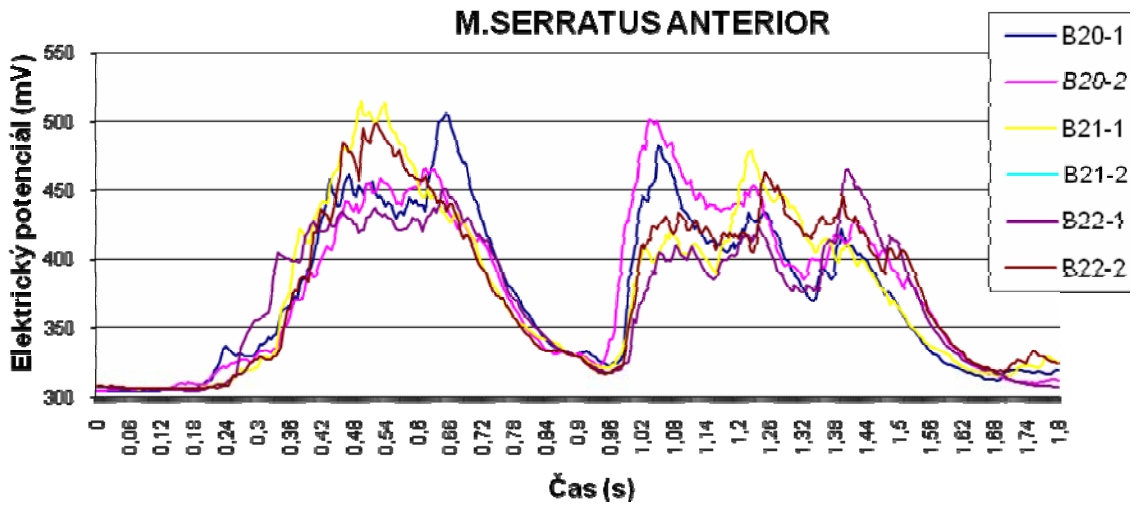
Obr. 3.2.40. Graf srovnání pokusů - m. triceps brachii – zpomalený nadhoz



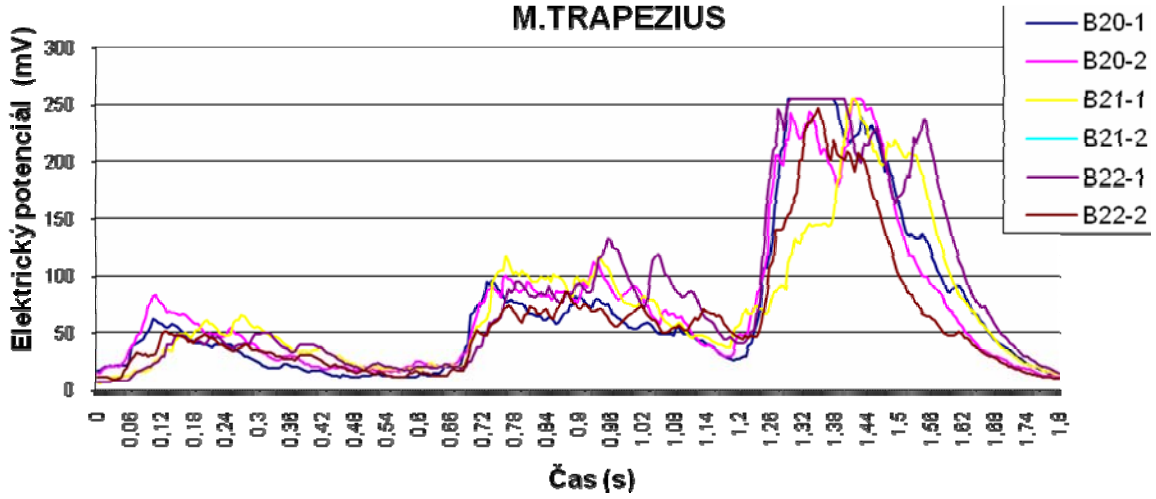
Obr. 3.2.41. Graf srovnání pokusů - m. pectoralis major – zpomalený nadhoz



Obr. 3.2.42. Graf srovnání pokusů - m. serratus anterior – zpomalený nadhoz

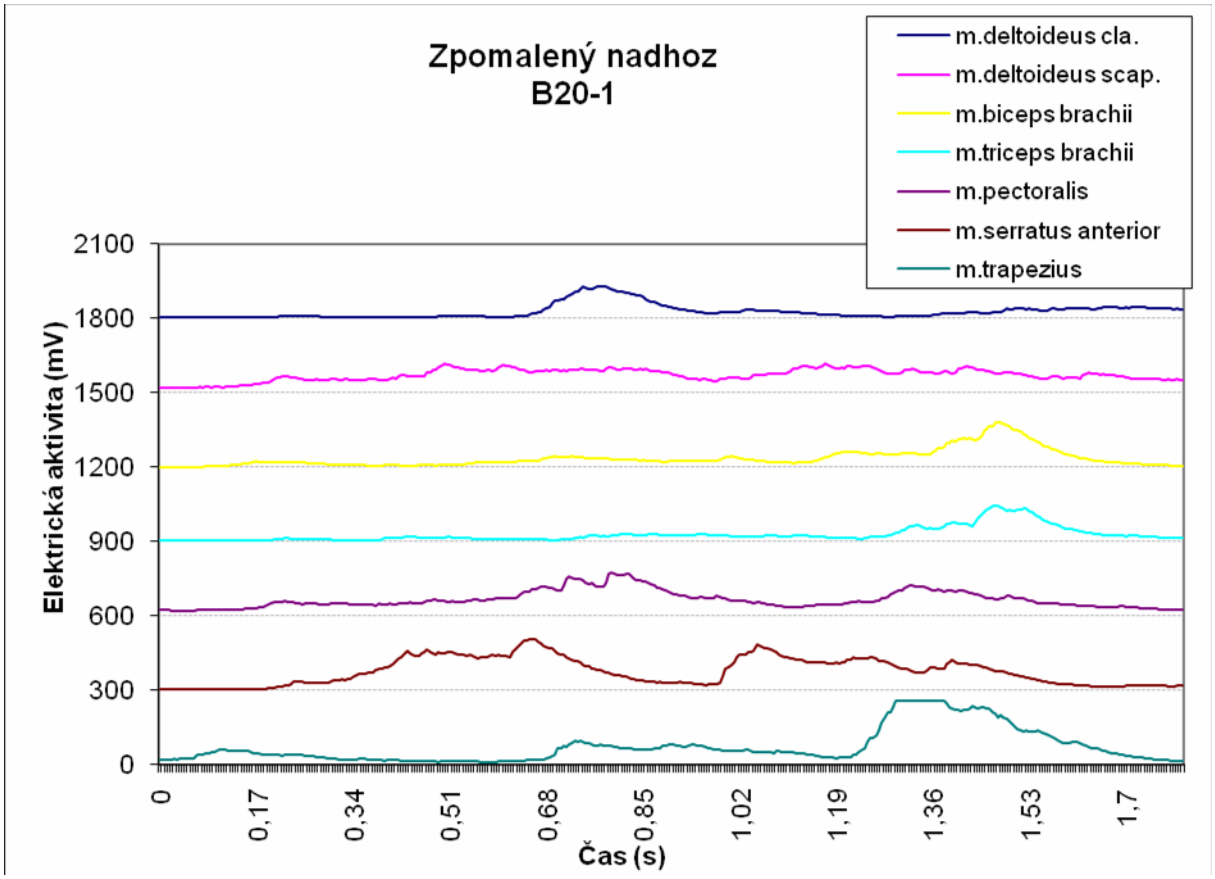


Obr. 3.2.43. Graf srovnání pokusů - m. trapezius – zpomalený nadhoz



Pomocí těchto grafů jsem opět stejnou procedurou jako u ostatních druhů nadhozů vybral jeden pokus, a to B20-1. Níže jsem umístil graf (obr. 3.2.44.) s elektrickou aktivitou měřených svalů a pod ní umístil ilustrativně kinogram zpomaleného nadhozu (obr. 3.2.45.), pořízený 0,1s po obrázku.

Obr. 3.2.44. Graf průběhu svalové aktivity u pokusu B20-1 – zpomalený nadhoz



Obr. 3.2.45. Kinogram zpomaleného nadhozu

0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1 1,1

1,2 1,3 1,4 1,5 1,6 1,7 1,8

3.3. Srovnání zapojení svalů u vybraných druhů nadhozu

Z výše uvedených grafů u vybraných druhů nadhozů jsem vždy vybral jeden pokus jako zástupce daného druhu. Z těchto vybraných pokusů jsem sestavil další grafy náležející vždy k jednomu z vybraných svalů. Na těchto grafech jsem srovnával podle fází nadhozu dle Süsse (2003), ale také před či mezi těmito fázemi, zapojení svalu u konkrétního druhu nadhozu. Hodnotil jsem ve fázích výkroku, nápřahu, silové fáze, fáze vypouštění míče a fáze dokončení pohybu. Pro účel časového určení těchto fází jsem si v softwaru „DartFish" z videozáznamu měření u 10 pokusů změřil čas, jaký jim náleží v průběhu nadhozu. Za počáteční čas nula, jsem zvolil první pohyb ramen vpřed. Vybral jsem vždy dva pokusy z jednoho druhu nadhozu, přičemž jeden byl vždy ten, který jsem použil jako reprezentativní vzorek. Z takto naměřených časů jsem vyřadil ty, které se nejvíce lišily (2), a ze zbytku udělal průměrný čas fází. Technika nadhazovače byla co do času nadhozu a fází nadhozu velmi stabilní a časy fází reprezentativních vzorků se lišili od vypočítaného průměru jen minimálně v rámci 0,04 s. Tato odchylka je pro účely naší práce zanedbatelná a výsledky by neměla skoro ovlivnit. Musíme si také uvědomit, že dané fáze nejsou pouze jen jeden bod v nadhozu, ale mají svůj čas trvání. Tyto body jsem určil jen pro ulehčení srovnání zapojení svalů u vybraných druhů nadhozů. V grafech jsou ilustrativně naznačené svislými čárami.

Průměrné časy jednotlivých fází:

Výkrok – 1,12 s

Nápřah – 1,28 s

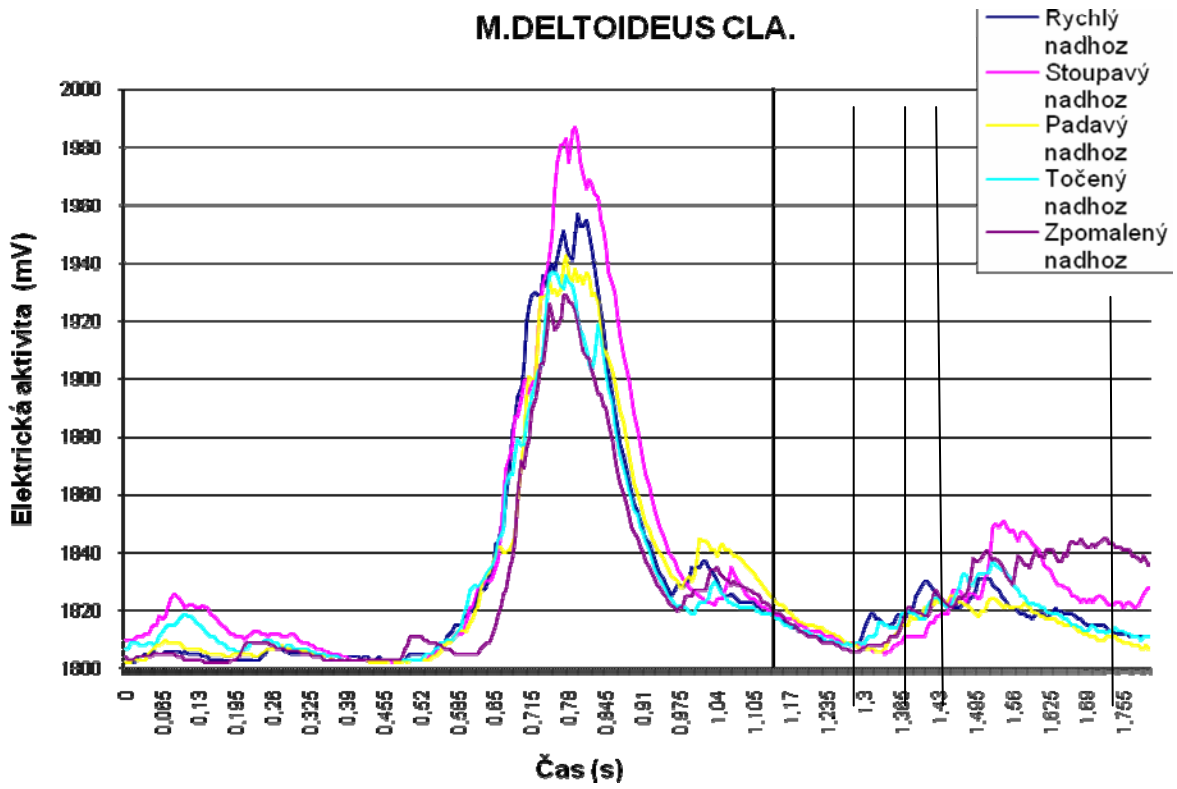
Silová fáze – 1,36 s

Fáze vypuštění – 1,44 s

Fáze dokončení – 1,74 s

Musculus deltoideus (pars clavicularis)

Obr. 3.3.1. Graf srovnání svalového zapojení u vybraných druhů nadhozů – m. deltoideus (pars clavicularis)

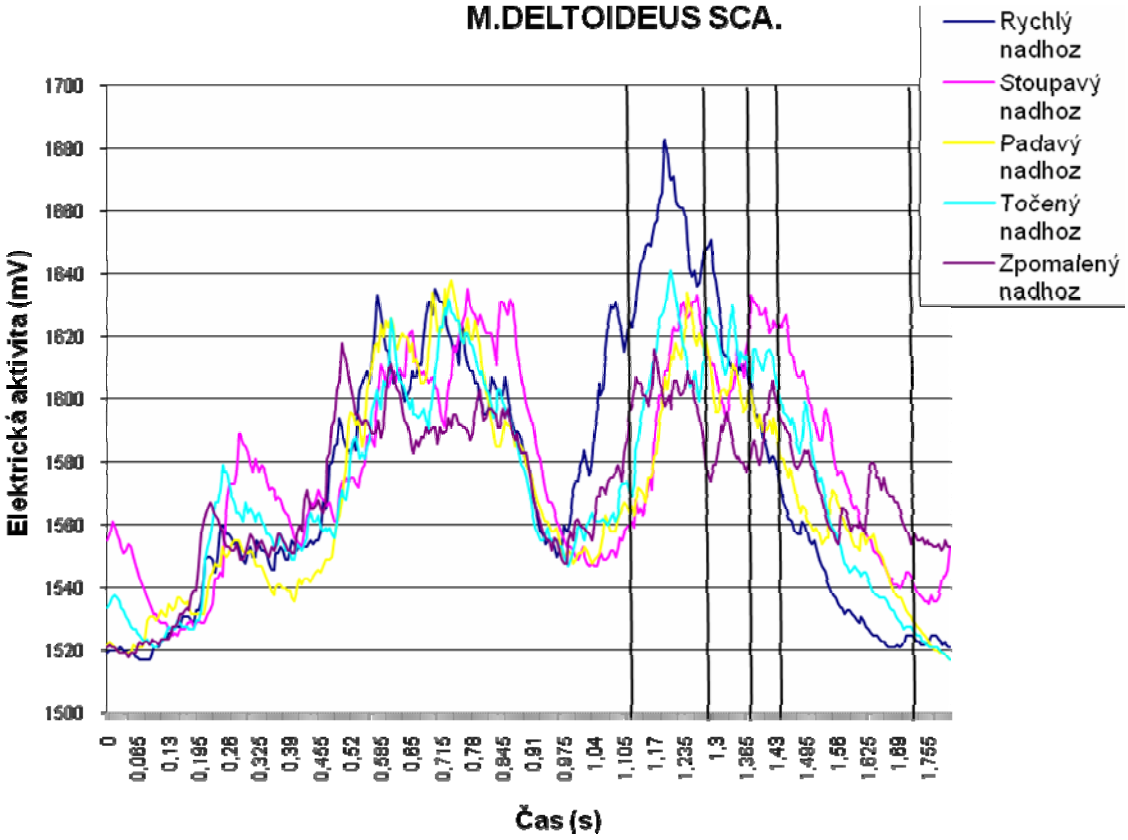


Musculus deltoideus pars clavicularis se účastní předpažení, tudíž není divu, že svého maxima u všech druhů nadhozu dosahuje ještě před fází výkroku. Dle kinogramů je to přesně v době, kdy nadhazovač začíná předpažovat. Mírné zvýšení aktivity můžeme pozorovat ve fázi dokončení nadhozu, kdy opět nadhazovač předpažuje, aktivita už ale není tak velká, a to z toho důvodu, že předpažení není už tak razantní, jedná se jen o dokončení otočky rukou.

Průběh zapojení svalů je u všech druhů nadhozů velice podobný, liší se jen v intenzitě zapojení. Nejvyšší intenzitu má jednoznačně stoupavý nadhoz (jak při předpažování, tak i ve fázi dokončování nadhozu), vysoké intenzity aktivity dosahuje také rychlý nadhoz. Bude to dáno, pravděpodobně tím, že oba tyto nadhozy patří k probandově nejrychlejším a snaží se jim udělit již od začátku nadhozu, co možná nejvyšší razanci. Nejnižší intenzity zapojení dosahuje zpomalený nadhoz.

Musculus deltoideus (pars scapularis)

Obr. 3.3.2. Graf srovnání svalového zapojení u vybraných druhů nadhozů – m.deltoideus (pars scapularis)



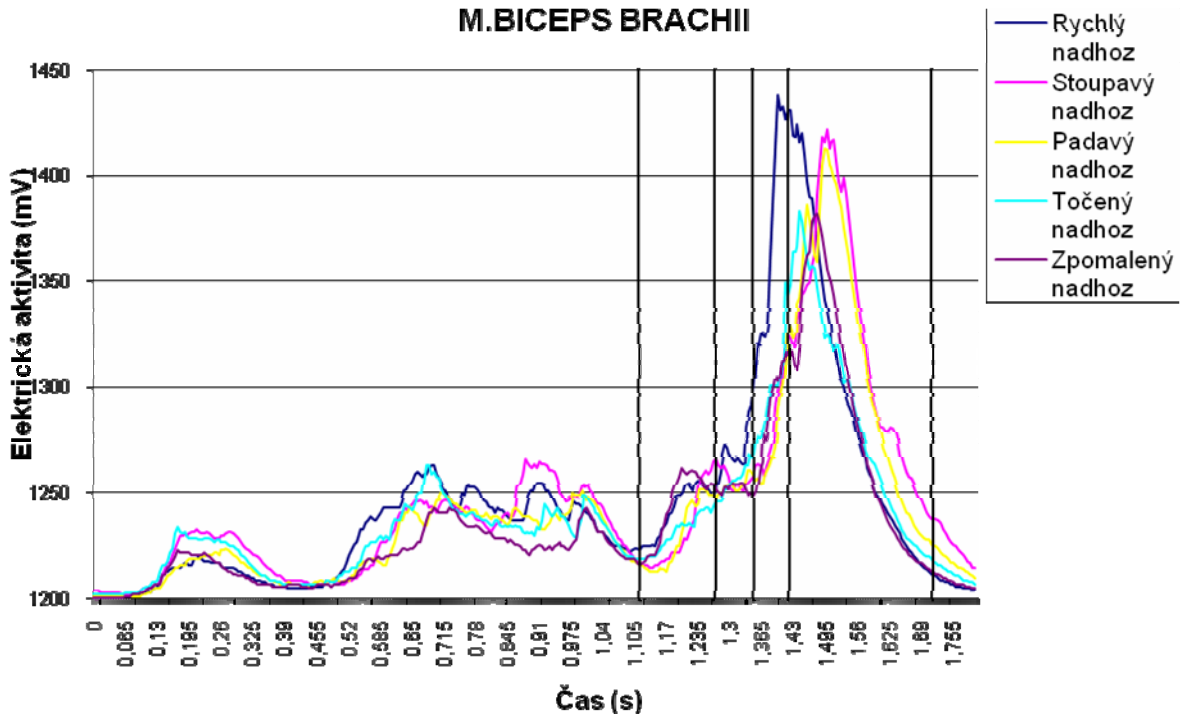
Skapulární část deltového svalu působí při zapažování. Hlavní aktivita svalu v průběhu nadhozu je umístěna do dvou oblastí. První z maxim je mírnější a je spjato s velkou aktivitou klavikulární části deltového svalu při předpažování. Druhé hlavní maximum nastupuje v době mezi nápřahem a silovou fází, kdy se ruka pohybuje vzad jako při zapažování.

Průběh intenzity elektrické aktivy je relativně stejný u všech druhů nadhozů. U prvního mírnějšího maxima jsou rozdíly minimální. Snad jen s výjimkou zpomaleného nadhozu, který má opět nejnižší intenzitu elektrické aktivity.

U druhého maxima kolem nápřahu a silové fáze jsou již rozdíly mezi nadhozy zřetelnější. Opět vysokou intenzitu má rychlý nadhoz, který je prováděn s maximální razancí. Nejmenší intenzitu má zpomalený nadhoz, který dosahuje ještě jednoho maxima těsně před dokončením nadhozu, což je dáno, tím že nadhazovač při dokončování pohybu přechází do mírného zapažení (viz obr.3.2.45. poslední obr. v kinogramu). U ostatních druhů nadhozů je průběh relativně stejný.

.**Musculus biceps brachii(caput longum)**

Obr. 3.3.3. Graf srovnání svalového zapojení u vybraných druhů nadhozů – m.biceps brachii

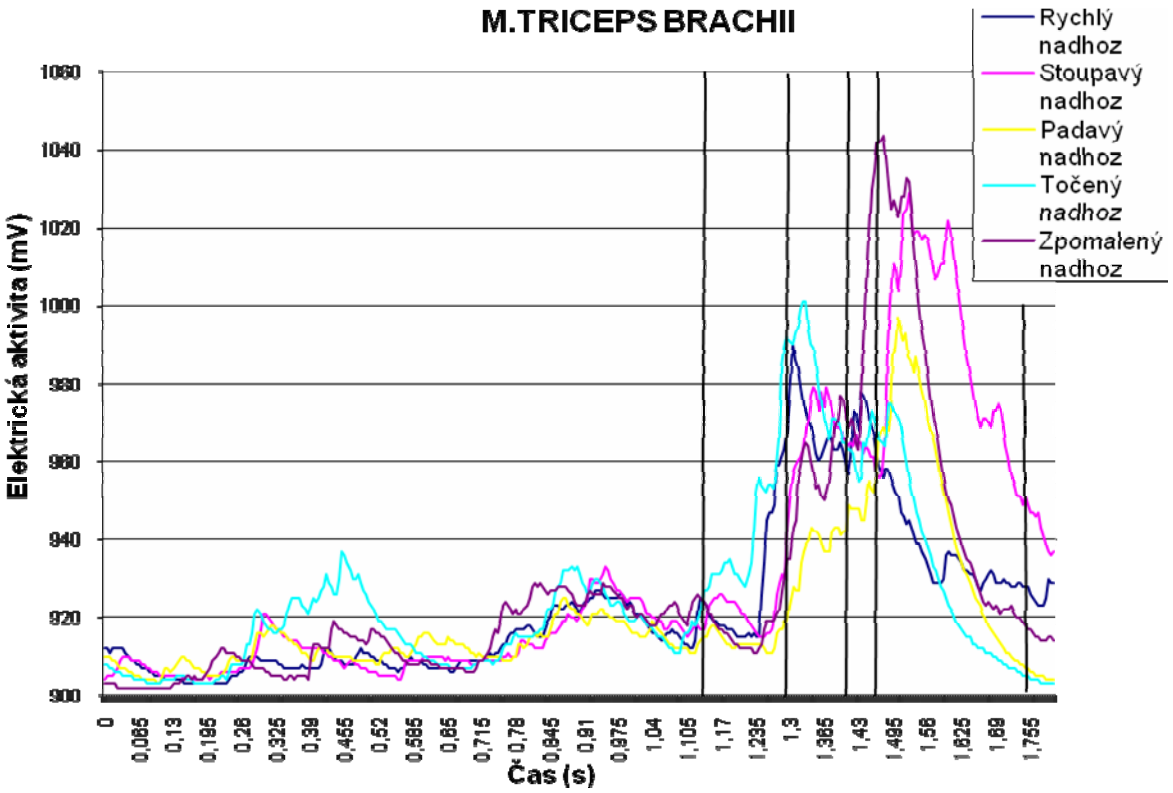


Caput longum dvojhlavého pažního svalu působí v ramenním kloubu při abdukci. Společně pak obě části tohoto svalu působí v lokti flexi. Z průběhu elektrické aktivity svalů vidíme největší intenzitu zapojení tohoto svalu při fázi vypuštění míče, kdy započíná flexe v loketním kloubu.

Průběhy intenzit zapojení jednotlivých druhů nadhozů jsou v podstatě totožné. Rychlý, padavý a stoupavý nadhoz ve fázi vypouštění míče mají větší intenzitu zapojení nežli zbylé 2 nadhozy.

Musculus triceps brachii(caput longum)

Obr. 3.3.4. Graf srovnání svalového zapojení u vybraných druhů nadhozů – m. triceps brachii



Caput longum trojhlavého svalu dělá v ramenním kloubu dorzální flexi, addukci a společně s ostatními hlavami zapříčiňuje extenzi v loketním kloubu. Průběh svalového zapojení během nadhozu je u tohoto svalu dosti specifický podle druhu nadhozu. Ale obecně máme dvě maxima. První, pro některé druhy nadhozů větší, je v nápřahu, kdy se paže z lehkého pokrčení natahuje, tudíž dochází k extenzi v loketním kloubu. Druhou oblastí maxima je fáze vypuštění míče, kdy je paže v extenzi a u některých druhů nadhozů dochází k dorzální flexi v ramenním kloubu, aby se nadhazovač dostal pod balon a dal mu správnou rotaci.

Jak už jsem zmínil výše, u toho svalu dochází k dost zásadnímu rozdílu v zapojení během nadhozu u daných druhů nadhozů. První maximum je kolem fáze nápřahu, kde hlavního maxima dosahují točený nadhoz a rychlý nadhoz, pro které je extenze v lokti v této fázi hlavním využitím tohoto svalu. Také tento sval v této fázi využívají výrazně nejvíce. U ostatních druhů zde také dochází k extenzi, ale sval ještě využijí v pozdější fázi nadhozu.

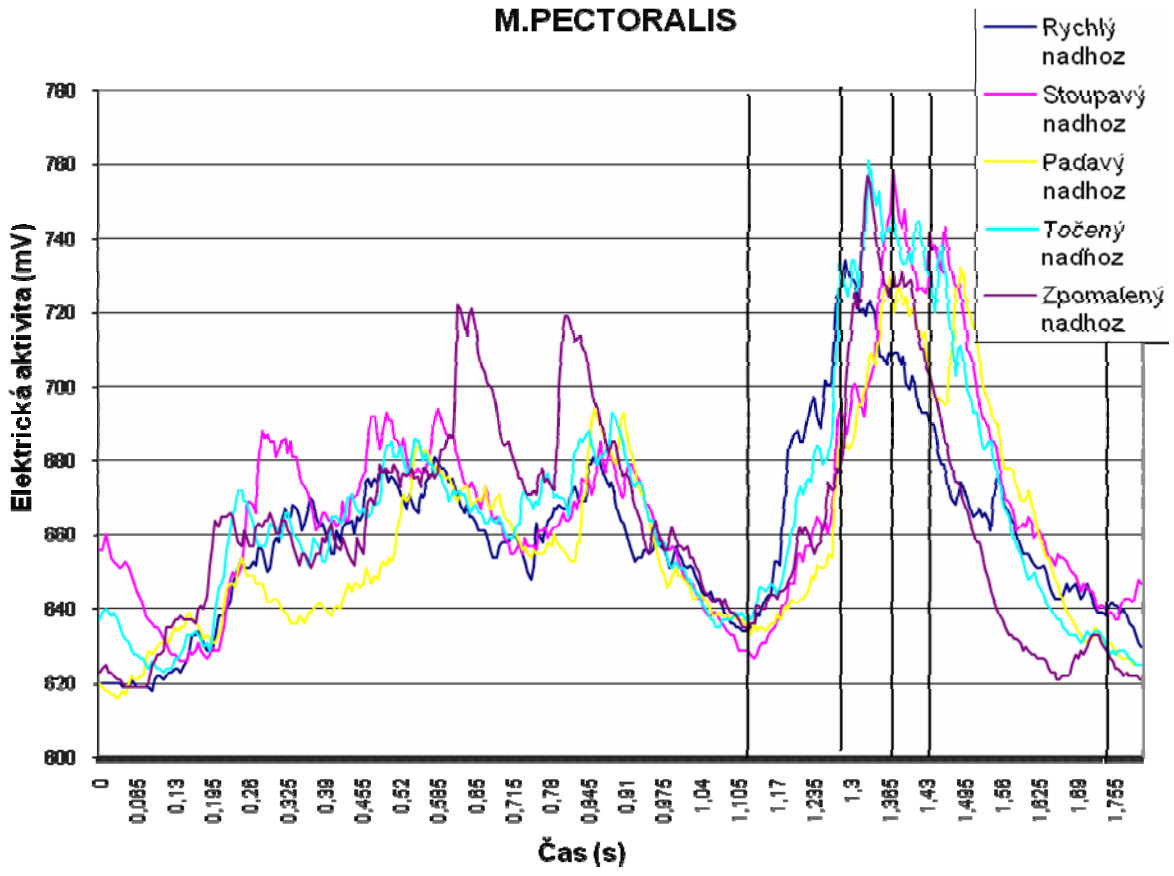
Výjimkou je padavý nadhoz, při kterém k extenzi dochází až po započetí fáze vypouštění míče, protože je pro nadhazovače výhodnější (než „překlopí“ míč, aby mu dal padavou rotaci) mít ruku v lehké flexi tak, aby překlopení bylo účinnější. K extenzi v lokti dochází až na konci „překlopení“, kdy je míč vypouštěn z prstů.

Ve velké míře využívá tento sval stoupavý nadhoz, jak ve fázi nápřahu (kdy u něj přechází ruka v extenzi), tak hlavně ve fázi vypouštění míče. V této fázi je paže v extenzi a v ramenním kloubu dochází k dorzální flexi, což nadhazovači napomáhá dostat se co možná nejvíce pod míč, aby byla míči udělena správná stoupavá rotace.

Ještě o něco větší aktivitu má zpomalený nadhoz, který je házen „petangovým způsobem“, kdy ve fázi vypouštění je ruka v pronaci (dlaní otočená směrem na druhou stranu od směru nadhozu) a míč je vypouštěn extenzí v zápěstí a také díky silné extenzi v lokti.

Musculus pectoralis major (pars sternocostalis)

Obr. 3.3.5. Graf srovnání svalového zapojení u vybraných druhů nadhozů – m. pectoralis major



Velký prsní sval je významný adduktorem paže. Účastní se zevních rotací paže, kdy jí rotuje dovnitř, využívají toho některé druhy rotovaných nadhozů. Prsní sval během nadhozu má hlavní maximum mezi nápřahem přes silovou fázi až k fázi vypuštění. V této době jde

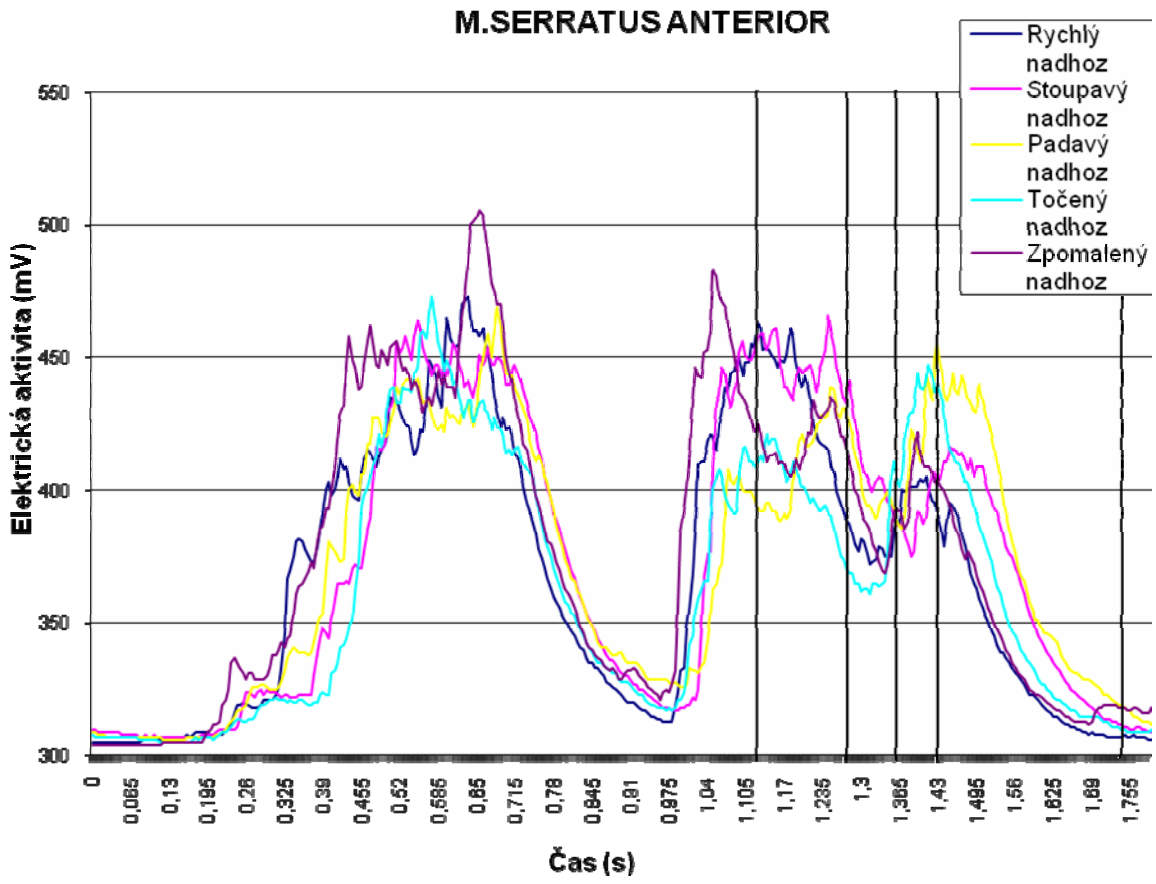
ruka do připažení a toho se mohutně účastní právě tento sval. Také má sval menší maximum v oblasti, kdy se nadhazovač předklání a připažuje mírným okruhem spojené paže na břicho a připravuje se ke skoku. Tohoto menšího připažení se také prsní sval účastní, prsní sval je v této době lehce zatnutý a přidržuje spojené paže u těla.

Průběh svalové aktivity v závislosti na druhu nadhozu je v podstatě totožný. Nástup nejvyššího vrcholu je skoro ve stejnou dobu, maximální intenzity jsou velmi podobné. Největší intenzity dosahují točený a stoupavý nadhoz, u kterých se prsní sval podílí i na rotaci paže směrem dovnitř (proto o něco větší intenzita).

Zajímavostí pro mě byla velká intenzita zapojení v menším maximu tohoto svalu u zpomaleného nadhozu, kdy nadhazovač pomalu přecházel z předklonění do předpažení k výkroku. Fakt, že podle grafu pokusů zpomaleného nadhozu (obr. 3.2.41.) u tohoto svalu se většina pokusů zdá nezdařená, mě vede k domněnce, že měřící elektroda tohoto svalu se mohla při těchto pokusech posunout a částečně snímat i jinou část prsního svalu, např. klavikulární, která se účastní předpažení (což by vysvětlovalo jeho tak vysokou intenzitu v tomto místě, kde by teoreticky neměla být). Nebo se může jednat o individuální projev techniky tohoto nadhazovače.

Musculus serratus anterior

Obr. 3.3.6. Graf srovnání svalového zapojení u vybraných druhů nadhozů – m. serratus anterior



Pilový sval přední táhne lopatku směrem vpřed a otáčí ji dolním úhlem laterálně. Taktéž se účastní vzpažování ramene přes horizontálu. Během nadhozu má tři maxima. První maximum se nachází hned ze začátku nadhozu, kdy se nadhazovač předklání a lehce vytáčí lopatku směrem dopředu a dovnitř, v této fázi se nadhazovač připravuje na skok. Ilustraci v podobě obrázku můžeme najít v kinogramech daného nadhozu s daným časem, což je cca kolem 7 obrázku.

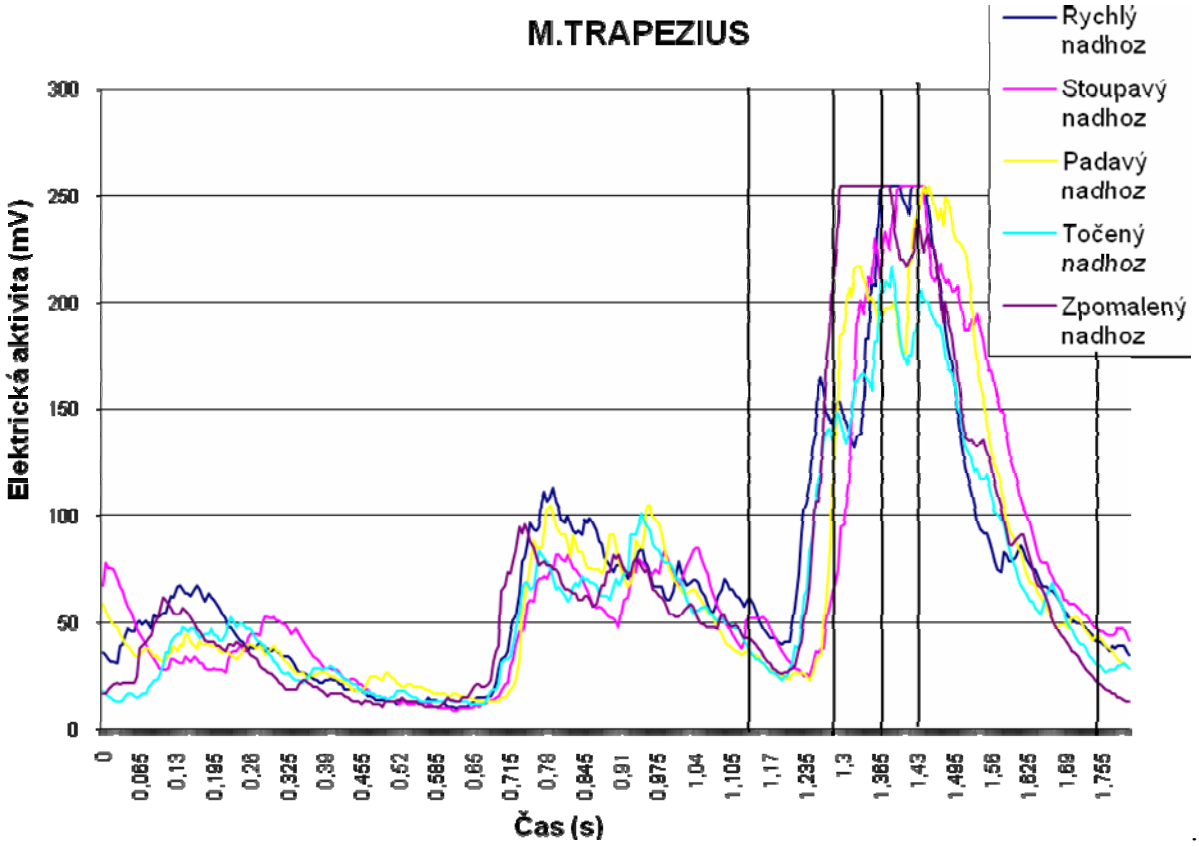
Druhé maximu se nachází kolem fáze výkroku, kdy se paže společně s ramenem zvedá nad horizontálu. Třetí maximum se nachází ve fázi vypouštění míče a je výrazné jen pro rotované nadhozy, které využívají přetočení lopatky.

Průběh svalové aktivity pro dané druhy nadhozů je velmi podobný, jen v posledním maximu vybočují a mají větší intenzitu zapojení točený nadhoz a padavý nadhoz. Protože využívají vytočení, rotaci lopatky, které se tento sval účastní. Znovu je udivující vyšší intenzita zapojení zpomaleného nadhozu v prvních dvou maximech, kde ostatní druhy nadhozů mají podobný průběh. S největší pravděpodobností se jedná o individuální projev

techniky, kdy se nadhazovač snaží udělat pohyb rychleji nežli normálně, aby pálkaře pak více zmátl zpomalením odhodu.

Musculus trapezius

Obr. 3.3.7. Graf srovnání svalového zapojení u vybraných druhů nadhozů – m. trapezius



Horní snopce velkého zádového svalu zdvihají pletenec pažní a táhnou jej dozadu. Sval má v průběhu nadhozu dvě maxima. První maximum je okolo fáze, kdy nadhazovač pomalu začíná předpažovat a pletenec pažní je zvedán. Druhé hlavní maximum je mezi silovou fází a kulminuje ve fázi vypuštění. Zde je také pletenec pažní zdvihán.

Průběh zapojení svalu u jednotlivých druhů je dosti podobný. Jen v poslední fázi je výraznější rozdíl, kdy točený nadhoz nemá takovou intenzitu zapojení a zpomalený nadhoz má oproti tomu velkou intenzitu zapojení. Opět si myslím, že jde o projev individuální techniky.

4. Závěr

Po zhodnocení všech dat a vyhodnocení všech vytvořených grafů jsem došel k závěru, že průběh zapojení většiny svalů u vybraných druhů nadhozů je podobný a hlavní rozdíly mezi zapojením se nacházejí mezi silovou fází a fází vypuštění míče. U ostatních fází jsou průběhy v podstatě totožné, ale pár výjimek se objevilo, hlavně u m. deltoideus (pars clavicularis) a m. serratus anterior.

Největší rozdíly v zapojení jsem zjistil u m. triceps brachii (caput longum), m. serratus anterior, kde u různých nadhozů nastupují hlavní maxima elektrické aktivity svalů v různých fázích nadhozu.

M. trapezius, m. pectoralis major (pars sternocostalis) – rozdílnost zapojení těchto svalů mezi různými druhy nadhozů je jen malá.

M. deltoideus (pars clavicularis), m. deltoideus (pars scapularis), m. biceps brachii (par caput longum) – u těchto svalů nástup jejich maxim elektrické aktivity je podobný u všech druhů nadhozů, ale hlavní rozdílnost je ve výši této aktivity.

Rychlý nadhoz

Průběh nástupu maxim u všech svalů se shoduje s většinou ostatních druhů nadhozů. Výraznějších maxim svalové intenzity dosahuje tento nadhoz u *m. biceps brachii (caput longum)* a *m. deltoideus (pars scapularis).*

Stoupavý nadhoz

Tento nadhoz se docela odlišuje, co se týče nástupu maxim a intenzita zapojení je dosti velká. Velkých intenzit zapojení oproti ostatním nadhozům dosahuje hlavně u *m. deltoideus (pars clavicularis), m. biceps brachii (caput longum)* a *m. triceps brachii (caput longum),* u kterého nástup jeho maxima je později ve fázi vypuštění míče (oproti zbylým nadhozům, mimo zpomaleného).

Padavý nadhoz

Jeho intenzita zapojení u většiny svalů oproti ostatním nadhozům je nízká. Výrazněji se zapojuje pouze u *m. biceps brachii (caput longum).* U *m. triceps brachii (caput longum)* dosahuje maxima až ve fázi vypuštění míče a u *m. serratus anterior* společně s točeným nadhozem dosahuje výrazně vyššího zapojení v jeho třetím maximu, které se nachází ve fázi vypouštění míče.

Točený nadhoz

U většiny svalů se jeho míra intenzity zapojení pohybuje v nižších sférách oproti ostatním druhům, jen s výjimkou *m. pectoralis major (pars sternocostalis),* kde je míra jeho zapojení vysoká. Co do nástupu maxim se výrazněji liší pouze u *m. serratus anterior*, kde se výrazně zapojuje v jeho třetím maximu.

Zpomalený nadhoz

Kupodivu má velkou intenzitu zapojení u většiny svalů (mimo obou částí deltového svalu, kde je jeho intenzita zapojení velmi nízká), což si myslím, že je zapříčiněno rychlejším provedením pohybu (aby nadhazovač více zmátl pálkaře a ti hůř reagovali na zpomalení nadhozu), nebo individuálním provedením techniky tohoto nadhozu.

Výsledky mohou být zkresleny faktem, že měřený nadhazovač má dosti specifickou techniku. Dále tím, že měření probíhalo skoro 2 měsíce po skončení jeho sezony, díky tomu nemusela být jeho technika zcela stabilní. V neposlední řadě měření probíhalo v relativním chladu cca při 8 stupních, což není pro softbal úplně nejlepší teplota.

5. Seznam použité literatury

1. BARŤUNKOVÁ, S. *Fyziologie člověka a tělesných cvičení.* Praha : Universita Karlova v Praze, 2006.
2. CIBULČÍK, F.; ŠÓTH, J. *Základná príručka elektromyografických techník : EMG Atlas.* Martin : Osveta, 1998.
3. ČIHÁK, R. *Anatomie 1.* Praha : Grada, 2001.
4. DOVALIL, J. aj. *Výkon a trénink ve sportu.* Praha : Olympia, 2009.
5. Česká softballová asociace. *Pravidla softbalu 2010–2013* [on-line]. c2010 [cit. 2010-7-18]. Dostupné z WWW: <http://softball.cz/www/download/2010/pravidla_2010_final.pdf
6. JANURA, M., ZAHÁLKA, F. *Kinematická analýza pohybu člověka.* 1.vyd. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2004.
7. KADAŇKA, Z.; BEDNAŘÍK, J.; VOHÁŇKA, S. *Praktická elektromyografie.* Brno : Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1994.
8. KELLER, O. *Obecná elektromyografie.* Praha : Triton, 1999.
9. KASMAN, G. *Using surface elctromyography* [on-line]. c2002 [cit. 2010-6-10]. Dostupné z WWW: <http://www.rehabpub.com/ltrehab/12002/5.asp>.
10. PETROVICKÝ, P. aj. *Anatomie s topografii a klinickými aspekty. Pohybové ústrojí.* Bánská Bystrica : Osvěta, 2001.
11. ŘÍHOVÁ, K. *Analýza hodu vrchním obloukem pomocí povrchové elektromyografie.* Praha, 2009. Diplomová práce (Mgr.). Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Katedra sportovních her
12. SEDLISKÁ, V. *Analýza aktivity vybraných svalů dolních končetin při zatáčení na carvingových lyžích a porovnání s jejich aktivitou při volné bipedální chůzi.* Praha, 2007. Diplomová práce (Mgr.). Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Katedra sportů v přírodě
13. SÜSS, V. S*oftball a baseball.* Praha : Grada, 2003.
14. ŠVEHLA, P. *Kineziologická analýza činnosti vybraných svalových skupin při hodu vrchním a spodním obloukem v softbalu.* Praha: 2008. Diplomová práce (Mgr.). Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Katedra sportů v přírodě

15. TÁBORSKÝ, F. aj. *Základy teorie sportovních her, učební text pro bakalářské studium.* Praha: Univerzita Karlova v Praze, 2007.

16. TRAVELL, J. G.; SIMONS, S. D. G. *Myofascial pain and dysfunction : the triggerpoint manual.* Baltimore : Williams and Wilkins, 1999.

17. VÉLE, F. *Kineziologie posturálního systému.* Praha : Karolinum, 1995.

18. WAAGE, M.; WAAGE G. *Příručka pro softbalové trenéry, úroveň 1.* Praha: trenérsko-metodická komise České softballové asociace, 1998.

Seznam literatury vypracován prostřednictvím Generátoru 2.0 na portálu Citace.com. Citace.com. *Generátor 2.0* [on-line]. c2004-2010 [cit. 2010-8-31]. Dostupné z WWW: <http://www.citace.com/generator.php>.