

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu



Evaluace lakrosového hodu pomocí povrchové elektromyografie

Diplomová práce

Vedoucí práce:

Doc. PhDr. Vladimír Süß, Ph.D.

Odborný konzultant:

Doc. PaedDr. Bronislav Kračmar, CSc.

Zpracoval:

Jakub Nováček

březen 2009

## **Abstrakt:**


- **Název práce:** Evaluace lakrosového hodu pomocí povrchové elektromyografie.
- **Cíle práce:** Změřit a popsat strukturu zapojování vybraných svalů hráče do pohybu během lakrosového hodu a doporučit vhodná specifická cvičení pro jeho trénink.
- **Metoda:** Povrchová EMG analýza a jednoduchá kinematická analýza.
- **Výsledky:** Měřením se prokázalo, že technika sledovaného hráče je stabilní a za nejvhodnější specifická cvičení pro rozvoj lakrosového hodu lze doporučit především hody se závaží na hlavě lakrosové hole a hody s těžším míčem.
- **Klíčová slova:** lakros, hod, specifická cvičení, elektromyografická analýza, kinematická analýza



**Abstract:**

- **Title:** Evaluation of lacrosse throw by means of the surface electromyography.
- **Purposes:** To measure and describe selected muscles integration structure during lacrosse throw movement and to recommend convenient specific exercises for lacrosse throw training.
- **Methods:** Surface electromyography and simple kinematics analysis.
- **Results:** Results showed that player's throw technique is stable and the most acceptable specific exercises for lacrosse throw are throws with weight on lacrosse head and throws with weight ball.
- **Key words:** lacrosse, throw, specific exercises, surface electromyography, kinematics analysis

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 své diplomové práce ke studijním účelům.

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

## Obsah:

1	Úvod .....	7
1.1.	Stručná historie lakrosu .....	7
2	Teoretická východiska .....	10
2.1.	Sportovní trénink .....	10
2.1.1.	Technické faktory .....	11
2.1.1.1.	Technika lakrosového hodu .....	12
2.1.2.	Kondiční faktory .....	13
2.1.2.1.	Pohybové schopnosti .....	13
2.2.	Kineziologie .....	15
2.2.1.	Struktura a funkce svalů .....	16
2.2.2.	Charakter pohybu .....	17
2.2.3.	Vybrané svaly a jejich funkce .....	18
3	Cíle a úkoly práce .....	25
4	Metodika práce .....	26
4.1.	Charakteristika výzkumu .....	26
4.2.	Charakteristika sledovaného souboru .....	26
4.3.	Charakteristika použitých metod .....	26
4.4.	Specifická cvičení .....	29
5	Výsledková část .....	31
5.1.	Základní hody .....	31
5.1.1.	Základní hod č.1. ....	32
5.1.2.	Základní hod č.10. ....	34
5.1.3.	Základní hod č.20. ....	36
5.2.	Specifická cvičení .....	38
5.2.1.	Hod těžším míčkem .....	40
5.2.2.	Hod s těžší násadou .....	41
5.2.3.	Hod se závažím na zápěstích .....	43
5.2.4.	Hod se závažím na lakrosové holi .....	45
5.2.5.	Hod medicinbalem .....	47
6	Diskuse .....	49

6.1. Srovnání základního hodu č.20 se specifickými cvičeními.....	50
6.2. Přehled výskytu lokálních maxim .....	58
6.3. Přehled korelace mezi ZH č.20 a specifickými cvičeními .....	59
6 Závěr .....	60
7 Seznam použité literatury .....	61

---

## 1. ÚVOD

---

Lakros je pálkovací hra, v níž hrají proti sobě dvě stejně početná družstva, jež se skládají z hráčů v poli a brankaře. Cílem hry je dopravit míč do soupeřovy branky. Míč je nošen, házen, chytán a střílen pomocí lakrosové hole. Vítězí družstvo, které ve vymezeném čase vstřelí větší počet branek.

Sportovní hry, mezi které řadíme i lakros, jsou ucelenou skupinou sportovního odvětví. Táborský (2004) uvádí, že pojem sportovní hra je soutěživá činnost dvou soupeřů v jednotném prostoru a času, kteří podle institucionálně schválených pravidel usilují o prokázání vlastní převahy lepším ovládním společného předmětu.

V poslední době došlo v lakrosu k výrazným změnám v oblasti pravidel, zvýšení členských základen a tím i popularity. S těmito změnami se hra celkově zrychlila, zkvalitnila a do jisté míry i ustálila. A není divu, že samotná hra zvýšila svůj zájem i u médií. Všechny tyto aspekty vysoce působí na rozvoj lakrosu u nás a družstva, která nemají dokonale zvládnuté herní dovednosti jednotlivce a tím i činnosti obranné a útočné, nemohou ve vrcholném lakrosu uspět. A právě možnost analýzy lakrosového hodu, což je jedna z nejdůležitějších herních dovedností jednotlivce v této hře, mne inspirovala k výběru tématu této diplomové práce.

Ve své práci využiji elektromyografické analýzy a kinematické analýzy, což mi napomůže zaměřit a popsat zapojování vybraných svalů hráče do pohybu během lakrosového hodu horním obloukem a doporučit vhodná cvičení pro jejich posílení a jeho nácvik. Dále mi také má práce napomůže zjistit do jaké míry jsou svaly zatěžovány během hodu a při vybraných specifických cvičeních. Domnívám se, že získané výsledky by mohly do určité míry přispět k obohacení tréninkového procesu této sportovní hry všem trenérům všech složek

### 1.1. Stručná historie lakrosu

„Lakros je nejstarším známým sportem severoamerického kontinentu. Jeho původ je datován do 15.století. První písemná zpráva o hře však pochází až z roku 1636. Za ní vděčíme francouzskému misionáři Jeanu de Brebeufovi, který poblíž Thunder Bay v



Ontáriu viděl Indiány z kmene Huronů. Použil pro ni název "la crosse", jelikož mu lakrosová hůl připomínala tvarem biskupskou berlu. Časem se pro tuto hru a především pro sport z ní vzešlý ujala anglická podoba tohoto jména - lacrosse. Původní obyvatelé amerického kontinentu měli pro svou hru vlastní název - baggataway. Do angličtiny se baggataway překládá jako Little Brother of War , česky tedy - malý bratr války. Název více než trefný, neboť v původním indiánském podání hra vypadala více jako bitva než sportovní klání. Pod vlivem bílých kanadských osadníků z oblasti Velkých jezer prochází původní indiánská hra baggataway mnoha změnami. V roce 1856 byl založen první klub na světě - Montreal lacrosse club, jehož členové zdokonalili hru a zavedli některá nová pravidla. Předělem ve vývoji lakrosu byl rok 1867, kdy W.George Beers, vydal knihu Lacrosse, která obsahovala první ucelená moderní pravidla hry. V témže roce je založena Kanadská lakrosová asociace a lakros byl vyhlášen kanadským národním sportem. V letech 1908 a 1912 byl lakros zařazen do oficiálního programu olympijských her. Jak v St.Louis (1908), tak i v Londýně (1912) zvítězila Kanada. Dále byl lakros jako ukázkový sport představen v Amsterdamu (1928), Los Angeles (1932) a Londýně (1948).

Postupem času se z původního indiánského lakrosu vyvinulo několik variant této hry: Mužský lakros (angl. field lacrosse) a jeho kanadská varianta boxlakros (angl. boxlacrosse), ženský lakros (angl. women's lacrosse), dále vyloženě česká varianta "český lakros" a nejmladší, bezkontaktní verze hry, interkros.“ (LAX HISTORY, 2009)

„Lakros se u nás začal hrát v 60. letech zcela nezávisle na lakrosovém dění ve světě. Vzhledem k izolaci tehdejšího státu od okolního světa a informační bariéře tak vznikla nová originální modifikace lakrosu, která je nejvíce podobná původní indiánské hře „český jednoruční lakros“. Informace o obouručním lakrosu ve světě se k nám dostaly v polovině 80.let. První zápas v boxlakrosu se hrál 9.5.1986 na hokejovém stadionu TJ Hvězda Praha. Na jaře 1987 se začal zkušebně hrát první ročník ligy za účasti týmů TJ Malešice, TJ Radotín, TJ Škoda Plzeň a SSM Kajetánka, který i v tomto pořadí skončil. Ve stejném roce došlo k návštěvě hráčů z kanadského Quebecu, kteří během pobytu, při němž především propagovali interkros, sehráli i utkání v boxlakrosu.“ (MAKÁSEK, 2000).

V současnosti hraje boxlakros 9 družstev: 5 z Prahy (LCC Sokol Radotín, SK Lacrosse Jižní Město, TJ Malešice, LC Slavia a LC Falcon Millionaires), Plzně,

Pardubic, Šumperku a Kroměříže. Field lakros hraje 5 družstev: 4 z Prahy (LCC Sokol Radotín, SK Lacrosse Jižní Město, TJ Malešice a LC Slavia) a jeden z Bratislavy.

Spolu se vznikem mužského obouručního lakrosu se začala objevovat družstva žen. České týmy vděčí za svůj vznik především skupině amerických hráček, které přijely v roce 1988 do ČSSR s materiální a metodickou pomocí. Pravidelná soutěž v ženském lakrosu je organizována od roku 1988 a momentálně ji hraje pět týmů z Prahy (LCC Sokol Radotín, SK Lacrosse Jižní Město, LC Inferno, LK Slavia Flamengo a FTVS Retro Team).



---

## 2. TEORETICKÁ VÝCHODISKA

---

Jak již bylo napsáno v úvodu, lakros patří mezi kolektivní sportovní hry, jejichž cílem je prokázání vlastní převahy lepším ovládním společného předmětu. A právě k prokázání vlastní převahy lepším ovládním společného předmětu a dosažení co nejlepších předpokladů k jeho splnění je zapotřebí pochopit důležitost sportovního tréninku, motorického učení, základů kineziologie a teoretických východisek spojených s lakrosovým hodem, což by měly níže napsané řádky více objasnit.

### 2.1. Sportovní trénink

Sportovní trénink ve skutečnosti probíhá jako komplexní proces. Teoretické vysvětlení podstaty tréninku, které má usnadnit jeho praktické zvládnutí, musí směřovat k poznání příčin, které vedou ke změnám sportovní výkonnosti. Sportovní trénink je nutné posuzovat jako jistý druh biologicko-sociální adaptace, která se dá zjednodušeně charakterizovat jako proces biologického přizpůsobení k zvýšené tělesné námaze (o vytváření energetických rezerv a distribuci energie, o aktivitě různých orgánů aj.) a současně s tím je třeba se naučit řadu nových pohybů, přičemž jejich osvojování je nutno opřít o poznatky motorického učení. Motorické učení vychází ze znalostí řízení a regulace lidského pohybu a jeho koordinace i širších psychologických a fyziologických poznatků. Jeho cílem je prostřednictvím racionálních postupů vytvářet, zpevňovat a stabilizovat konkrétní struktury řídicích mechanismů pohybového jednání sportovce. Zjednodušeně řečeno jde o funkce příčně pruhovaného svalstva, zajišťované různými systémy organismu a řízené centrální nervovou soustavou. Ve sportovním tréninku a zejména v technické přípravě, pro níž jsou jako teoretický základ využívány poznatky o motorickém učení, jde tedy hlavně o proces osvojování, zdokonalování a stabilizování pohybových dovedností a to zejména takových pohybových dovedností jako je bezpochyby i lakrosový hod. Sportovní dovednosti patří k limitujícím faktorům struktury sportovního výkonu a pokud sportovec neumí tréninkový úkol řešit správně, rychle a úsporně, nedokáže zpravidla účinně využít svých ostatních předpokladů a

odrazí se to v jeho výkonnosti. Jak uvádí Dovalil a kol. (2002) „Jednou z hlavních kategorií sportovního tréninku je sportovní výkon, který se realizuje ve specifických pohybových činnostech, které jsou vymezeny pravidly příslušného sportu a jsou ovlivňované vnějšími podmínkami a vytvářejí určité požadavky na organismus a osobnost člověka. Tyto sportovní činnosti jsou prostředkem k dosažení maximálního výkonu a jsou během tréninku osvojovány a zdokonalovány v pohybové dovednosti. Sportovní dovednost se chápe jako tréninkem získaný komplex výkonových předpokladů sportovce řešit správně, rychle a účinně úkoly dané sportovní specializace. Sportovní výkon a s ním spojený nácvik pohybových dovedností nám ovlivňují a vytvářejí tzv. faktory somatické, psychické, taktické, technické a kondiční“. K problematice mé práce a lepšímu pochopení jejího obsahu, bych se chtěl především zmínit o posledních dvou výše zmíněných faktorech sportovního výkonu, tedy faktorech techniky a kondice, které jsou podle mého názoru vedle ostatních faktorů (psychické, taktické, somatické a dalších faktorech jako je soupeř, počasí, vybavení hráče, prostředí či trenér) pro výkon lakrosového hráče v zápase důležité.

### **2.1.1. Technické faktory**

„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. Při nácviku techniky pohybu je cílem dosažení dokonalé a efektivní organizace sportovní činnosti, tj. takového uspořádání pohybu v prostoru a čase, které vede k úspěšnému řešení požadovaného pohybového úkolu, což v zásadě určuje dokonalá souhra zúčastněných svalových skupin, řízená nervovou soustavou“ (Dovalil a kol., 2002). Dochází tak tedy k rozvoji pohybových schopností a k nácviku pohybových dovedností, které jak jsem již výše zmínil, jsou získané předpoklady sportovce účelně, účinně a úsporně řešit pohybové úkoly dané specializace. Způsob řešení pohybového úkolu v souladu s pravidly příslušného sportu, biomechanickými zákonitostmi a pohybovými možnostmi sportovce se vyjadřuje pojmem technika. Z toho plynou i kritéria techniky, dominantní přitom

není jen samotný průběh pohybu, ale jeho úspěšnost ve vstřelení branky. S ohledem na individuální zvláštnosti sportovců se osobitě provedení pohybu označuje jako styl.

### **2.1.1.1. Technika lakrosového hodu**

„Techniku lakrosového hodu si lze osvojit poměrně snadno, ale naučit se přesně odhadnout vzdálenost a výšku požadovaného cíle, ať už je to spoluhráčova hlava lakrosky při přihrávce nebo místo v soupeřově brance při střele a to za pohybu či pod tlakem obránce, už tak jednoduché není a vyžaduje to značné soustředění a osvojení si této dovednosti v tréninku. Je nutné, aby hod byl proveden plynule a v optimálním rytmu. Máme různé druhy hodu (hod horním obloukem, stranou, spodním obloukem a hodem za zády) při kterých dochází k určitým odlišnostem v provedení. Ve své práci se budu zaměřovat na hod horním obloukem, který je ze všech těchto druhů hodů nejefektivnější a nejpřesnější. Je možné použít poměrně velkou sílu, aniž se zmenší přesnost střelby. Základ pohybu je kromě hodu za zády u všech hodů stejný.

Pohyb vychází ze základního postavení, tedy zpřímené postavení hráče, kdy jsou nohy rozkročeny na šíři ramen, mírně pokrčené v kolenou a váha celého těla je na špičkách. Součástí základního postoje je také tzv. základní držení hole, který postoj rozděluje na pravostranný nebo levostranný, podle polohy rukou na holi. U pravostranného držení se pravá ruka nachází blíže k hlavě hole a levá na koncovce. U levostranného držení je tomu naopak. Při základním držení hole by měl hráč držet hůl pod úhlem 45° vzhledem k zemi obouřučně v dlaních. Ve většině případech se hráčova dominantní ruka nachází na násadě asi 15cm pod hlavou hole. Druhá ruka ovinutím vždy zakrývá koncovku hole dlaní směrem k tělu. Lokty rukou směřují k zemi. Pro zahájení pohybu je nutné vytvořit počáteční sílu, které dosáhneme u pravostranného držení otočením trupu do pravé strany a pozice rukou se mění tak, aby hlava hole za tělem byla natočena celou šíří otevření směrem ke směru hodu. Váha celého těla se přesouvá na pravou nohu. Pravá ruka, která je zodpovědná za přesnost hodu, je asi v úrovni ramen nebo mírně nad nimi a kontroluje hůl po celou dobu pohybu. Levá, spodní ruka je asi 20 cm od těla a společně s pravou spolupracuje na udílení síly hodu. Hůl je



držena v šíři boků, avšak může být i užší. Levá noha se dostává úkrokem před tělo a zároveň s ní začnou rotovat boky a trup, a paže se s holí dostávají do výchozí pozice, kdy ruce prodlužují svůj pohyb vpřed, aby došlo k momentu vymrštění míče z hlavy hole. Pohyb zápěstím je klíčem k hodů lakrosovou holí, dodává mu přesnost a sílu. Míč opouští hůl na konci hlavy a směřuje k cíli. Hůl by měla svůj pohyb dokončit v téměř horizontální poloze mířící přímo na cíl hodů.“ (NOVÁČEK a kol., 2007).

### **2.1.2. Kondiční faktory**

Kondičními faktory sportovního výkonu se myslí nejen kondiční („energetické“) schopnosti, které se dají především identifikovat jako projevy „síly“, „vytrvalosti“ a „rychlosti“, ale také koordinační schopnosti. Kondiční pohybové schopnosti jsou výrazně podmiňovány metabolickými procesy, související hlavně se získáváním a využíváním energie pro vykonávání pohybu. Z toho vyplývá, že by se fyzické kondici mělo v tréninku dostatečně věnovat a že kvalitní fyzická příprava je nezbytnou přípravou i každého lakrosového hráče. Z charakteru zatížení vyplývá, jakým směrem by měla kondiční příprava směřovat. Cílem kondiční přípravy je tedy především rozvoj pohybových schopností. Podle Dovalila a kol. (2002) lze kondiční přípravu rozdělit na obecnou a speciální. Obecná příprava zpravidla působí komplexně na všestranný pohybový rozvoj, kdežto speciální kondiční příprava by měla odpovídat specifickým požadavkům na jistý tréninkový problém a spočívá v maximálním uplatnění pohybových schopností ve speciálně vytvářené struktuře pohybu.

#### **2.1.2.1. Pohybové schopnosti**

„Pohybové schopnosti se dají definovat jako relativně samostatné soubory vnitřních předpokladů lidského organismu k pohybové činnosti, které jsou částečně vrozené. Jejich projevem je tedy pohybová činnost a v ní podaný pohybový výkon, jakožto stupeň splnění pohybového úkolu“ (Čelikovský, 1979). Je nutné si uvědomit, že pohybové schopnosti jsou poměrně málo ovlivnitelné nepatrnými změnami prostředí,

ale teprve opakovaným působením tělesných cvičení, se vyvolá jejich podstatná změna. Jak jsem se již výše zmínil, při lakrosovém hodě a především při jeho nácvičce, jsou využívány všechny pohybové schopnosti (síla, rychlost, vytrvalost a koordinace). Podle Dovalila a kol. (2002) by se při výkladu silových schopností měla brát v úvahu rychlost svalového stahu při působení na odpor a také trvání pohybu či počet opakování v čase. Vzhledem k tomu rozlišujeme svalové schopnosti na sílu absolutní (maximální), rychlou a výbušnou (explozivní) a na sílu vytrvalostní. U absolutní síly (a jejího trénování) se uvádí maximální až střední odpor, malou rychlost pohybu a nízký počet opakování. Pro výbušnou sílu volíme odpor střední, rychlost pohybu vysokou a opět nízký počet opakování a pro sílu vytrvalostní volíme odpor nižší, rychlost pohybu střední a vysoký počet opakování. Rychlostní schopností se rozumí vlastnost pohybem přemístit tělo, jeho části, nebo určité břemeno a to v co nejkratším možném časovém úseku nebo s maximální frekvencí. Dají se dělit na rychlost reakční (spojenou se zahájením pohybu), rychlost acyklickou (tj. co nejvyšší rychlost jednotlivých pohybů), rychlost cyklickou (danou vysokou frekvencí opakujících se stejných pohybů) a rychlost komplexní, která je kombinací cyklických i acyklických pohybů včetně reakce. Vytrvalostními schopnostmi rozumíme soubor předpokladů provádět déle trvající tělesná cvičení se stejnou intenzitou nebo co nejdéle a úzce se vážou i na techniku. Dokonalejší provedení pohybu se projeví i ve spotřebě energie. Nižší úroveň znamená dřívější nástup únavy s doprovodnými jevy, jako je snížení pozornosti, přesnosti a následný výskyt chyb. Vytrvalostní schopnosti můžeme rozdělovat na dlouhodobou vytrvalost (vykonávaná pohybová činnost odpovídající intenzity déle jak 10 min.), středně dobou vytrvalost (pohybová činnost při intenzitě po dobu 8-10 min. s nejvyšší možnou spotřebou kyslíku), na vytrvalost krátkodobou (schopnost vykonávat činnost co možná nejvyšší intenzitou po dobu do 2-3 min.) a na vytrvalost rychlostní (vykonávaná pohybová činnost s absolutně nejvyšší možnou intenzitou po dobu 20-30s). Je nutné zmínit, že dlouhodobá vytrvalost se stává základem perspektivního výkonnostního vzestupu, umožňuje absolvovat větší tréninkový objem a je důležitou komponentou zdravotního stavu. Oceňuje se rovněž její efekt pro regeneraci - vyšší úroveň především dlouhodobé vytrvalosti znamená většinou rychlejší průběh zotavných procesů. Lakrosový hod je acyklický pohyb, při kterém je nejdůležitější rychlá a výbušná síla, kombinovaná se silou vytrvalostní, neboť je prováděn s relativně malým odporem

zdroj energie). Výkonovou částí pohybu není jen myoskeletární aparát (svaly a skelet), ale i CNS, bez které není účelný pohyb možný“ (Véle, 2006).

### **2.2.1. Struktura a funkce svalů**

Lakros patří mezi disciplíny, které jsou prováděné submaximální intenzitou využívající hlavně systém dýchací, srdeční a nervosvalový. Nervosvalový systém s nadřazenou funkcí centrálního nervového systému a regulační funkcí jednotlivých analyzátorů hraje při sportovním výkonu zásadní roli. Základním funkčním i strukturálním prvkem motoriky je motorická jednotka, která se skládá z motoneuronu. Tento motoneuron je v míše spojen svými dendrity s míšní neuronální sítí a dostává se tak do styku s drahami, kterými přicházejí do sítě signály jak z centra, tak i z periferie a ovlivňují jeho dráždivost. Při překročení prahu této dráždivosti, reagují svalová vlákna záškubem (svalovou kontrakcí), který se po krátké době sám uvolní. Tento průběh lze snímat elektromyograficky (EMG) a tím evidovat objektivně aktivitu motorických jednotek ve svalu. Svaly jsou složeny z různého počtu motorických jednotek, souvisejí navzájem mechanicky faciálními snopci, vytvářejí funkční řetězce nebo smyčky propojující vzdálenější regionální oblasti a mají v pohybovém systému funkci silové složky, která transformuje chemickou energii na energii mechanickou pro pohyb. Svalové řetězce nejsou realizovány pouze strukturálně, ale mají i programovou organizaci v CNS a jejich funkci je proto možno ovlivňovat i vůlí a měnit ji učením. Jednotlivé svaly tvoří tzv. „funkční svalové skupiny“, což jsou skupiny svalů kolem kloubu zahrnující sval hlavní (agonistu) a svaly pomocné (synergisty). Sval působící v opačném směru než vedoucí agonista se nazývá antagonist a spolu s agonistou tvoří dvojici, ve které existuje vztah a jejich současná aktivita se nazývá „kontrakce“ (Véle, 2006). Veškerá vzruchová aktivita je zpřesňována reflexními zpětnými vazbami, jimiž se zabezpečuje dokonalé provedení pohybu. Nervový systém funkčně podmiňuje proces motorického učení, vytváření složitých pohybových vzorců na úrovni CNS. Přes stadia iradiace, koncentrace a stabilizace podráždění dochází v CNS často až k úplné automatizaci pohybových schémat. Sportovní dovednosti (v našem případě zkoumaný



lakrosový hod) vznikají na základě informací o vnějším a vnitřním prostředí sportovce a jejich syntézy poskytující ucelený obraz o situaci, která má být programově řešena. Opakováním vnímaných situací se schéma těchto obrazů postupně zpevňují v odpovídajících vzorcích vnímání (percepční vzorce). Tyto soubory informací se prostřednictvím aferentních nervových drah přenášejí do CNS, kde dochází k jejich dalšímu zpracování v procesech programování. Zde se formuje nervový základ příslušného provedení, představa o vybraném programu. Ten se ukládá v motorické paměti. Vybraný program řešení se realizuje tím, že příslušné struktury nervových vzruchů vyvolávají v kosterním svalstvu odpovídající aktivitu. Postupně se tak vytvářejí struktury podmíněných reflexů (pohybových stereotypů) v podobě motorických vzorců. Ty se systematickým opakováním zpevňují v samostatné neurofyziologické celky, které jsou vlastním základem vnějších pohybových projevů sportovců. (Dovalil a kol., 2002).

### **2.2.2. Charakter pohybu**

Pohyb člověka se liší od pohybu neživých hmotných objektů jednak tím, že má vlastní vnitřní zdroj síly a jednak tím, že je řízen teologicky za účelem dosažení konkrétního zamýšleného cíle. U lakrosového hodu je pohyb přenášen na vnější předmět (lakrosová hůl a míček) a je tedy důležité jak dlouho, jakým směrem a jak intenzivně je síla aplikovaná. O tom, jaký je důvod nebo účel aplikace této síly, rozhoduje CNS, kde vzniká představa o účelu pohybu a odtud se vhodný pohyb spouští. Jeho průběh je ovlivňován pohybovými vzory fixovanými v paměti. „Vzhledem k přizpůsobování pohybu aktuálním podmínkám vnitřního a zevního prostředí, není provedení stejného vzoru vždy identické“. (Véle, 2006). Při lakrosovém hodu uděluje hráč energii míči rychlou jednorázovou aplikací síly (balisticky). Hráč hází míč, který není sám o sobě v pohybu, je totiž umístěn v kapse lakrosové hlavy hole. Lakrosový hod má stejně jako běžný hod dvě fáze: přípravnou (nápřah spojený s otočením trupu a zaujmutí polohy rukou) a výkonovou (vlastní odhození míče). Véle (2006) dělí hody na tři hlavní vzory:

- 1) Vrchní vzor
- 2) Spodní vzor
- 3) Stranový vzor

Lakrosový hod, jemuž se ve své práci věnuji, používá ve své výkonové fázi vzor vrchní. Při hodu převládá rotace v ramenním kloubu. V přípravné fázi (napřáhnutí) je paže v abdukci a zevní rotaci. Ve fázi výkonové rotuje paže mediálně a přechází do ventrální flexe. Během výkonu dochází k mírné flexi v lokti, která je sledována extenzí podle povahy pohybu. Zápěstí je ve flekčním postavení. Pohyb je doprovázen rotací páteře, pánve a rotací v kyčli na opačné straně což vede ke vnitřní rotaci končetiny v kyčli.

### 2.2.3. Vybrané svaly a jejich funkce

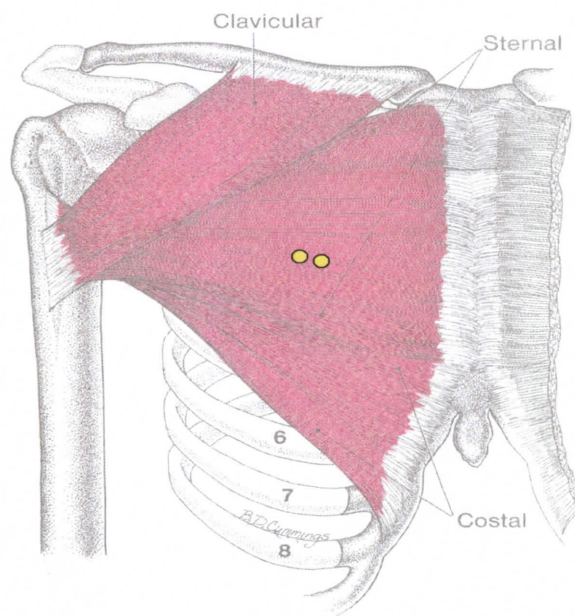
Svaly, jejichž činnost jsme měřili, byly vybrány na základě jejich funkce, jak je uvádí Marieb a Mallat (2005) a dle charakteru pohybu z předchozích měření prováděných na UK FTVS při hodech s vrchním vzorcem. Umístění elektrod je označené dvěma žlutými body. Byl vyšetřován svalový řetězec s těmito svaly:

#### 1. **m. pectoralis major dx. (velký prsní sval)**

**popis:** Široký vějířový sval překrývající horní část hrudníku.

**funkce:** Addukuje končetinu při zafixovaném hrudníku, pomáhá při předpažení a při vnitřní rotaci paže.



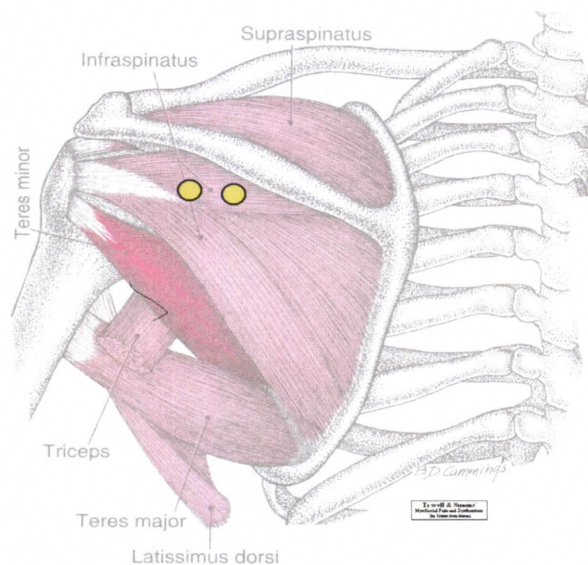


Obr.1: *m. pectoralis major dx.* (TRAVELL a SIMONS, 1999)

## 2. *m. infraspinatus dx.* (sval podhřebenový)

**popis:** Částečně překryt deltovým a trapézovým svalem, nazván podle svého umístění na lopatce.

**funkce:** Pomáhá udržovat hlavici pažní kosti v glenoidální jamce, stabilizuje ramenní kloub, provádí laterální rotaci pažní kosti.

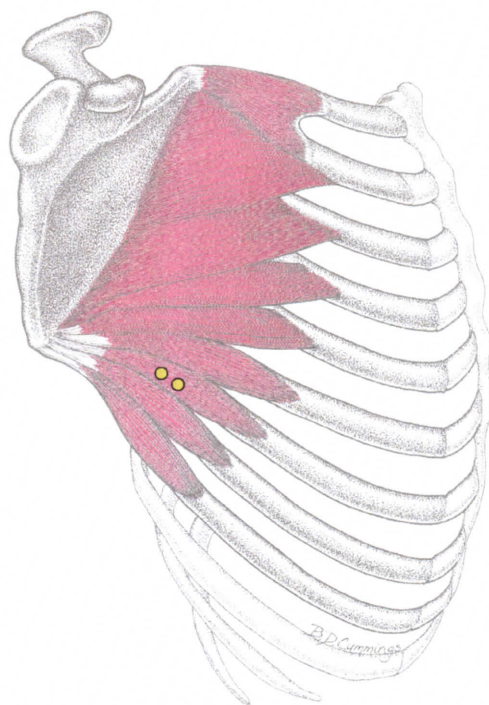


Obr.2: *m. infraspinatus dx.* (TRAVELL a SIMONS, 1999)

### 3. *m. serratus anterior dx.* (pilovitý sval přední)

**popis:** Nachází se v hloubce u lopatky, pod hrudními svaly na boku hrudního koše a spojuje žebra 1-9 s lopatkou.

**funkce:** Otáčí dolní úhel lopatky vzhůru a tím umožňuje vzpažení, dále pak oddaluje lopatku od páteře, přitlačuje lopatku k hrudníku a je činný při vdechu.

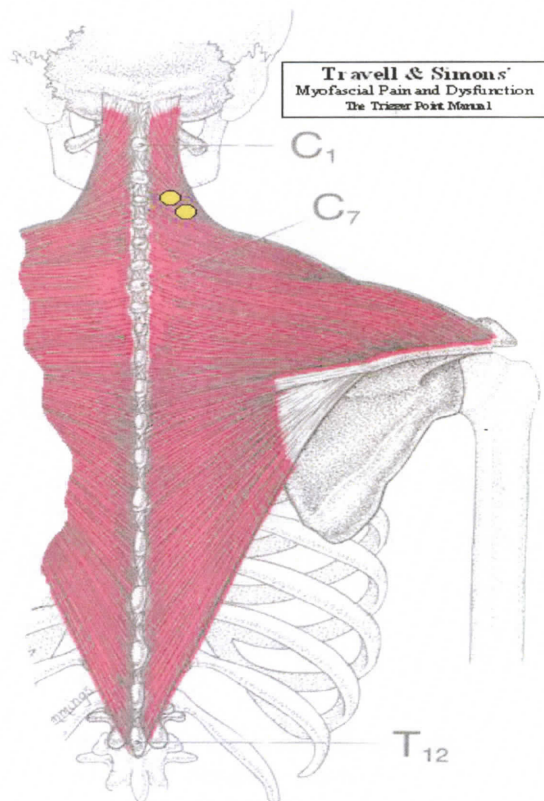


Obr.3: *m. serratus anterior dx.* (TRAVELL a SIMONS, 1999)

### 4. *m. trapezius trans. et. asc.*

**popis:** Nejpvrchovější sval zadních svalů hrudníku, plochý, trojúhelníkového tvaru a dělí se na tři hlavní funkční části.

**funkce:** Snopce horní části svalu zdvihají pletenec pažní a táhnou jej dozadu. Snopce střední části svalu přitahují lopatku k páteři. Dolní snopce stahují lopatku kaudálně a k páteři, ale také zdvihají trup při fixované paži. Horní a střední část svalu uklání hlavu a krk při jednostranné akci.

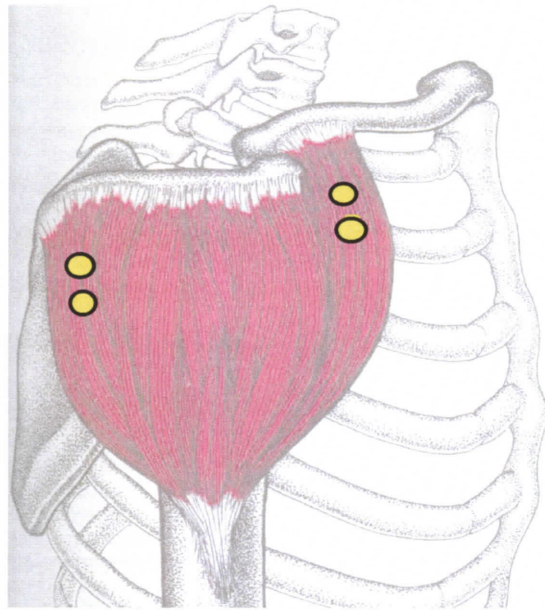


Obr.4: *m.trapezius* (TRAVELL a SIMONS, 1999)

#### 5. a 6. *m. deltoideus* (zadní a přední hlava)

**popis:** Tlustý, mnohozpeřený sval formující oblou svalovou hmotu ramene, spojuje klíční kost s lopatkou a s humerem. Má tři funkčně odlišné části.

**funkce:** Přední část provádí ventrální flexi paže (předpažení), působí při horizontální addukci, antevertzi ramene, abdukci a vnitřní rotaci paže. Zadní část provádí horizontální extenzi, podporuje extenzi a zevní rotaci paže.

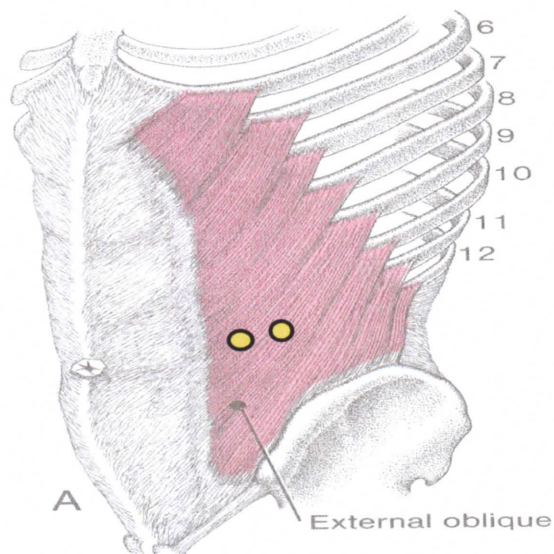


Obr.5: *m. deltoideus* - zadní a přední hlava (TRAVELL a SIMONS, 1999)

#### 7. *m. obliquus externus abdominis dx.* (zevní šikmý sval břišní)

**popis:** Největší a nejpovrchovější ze tří laterálních svalů na povrchu boční stěny břišní.

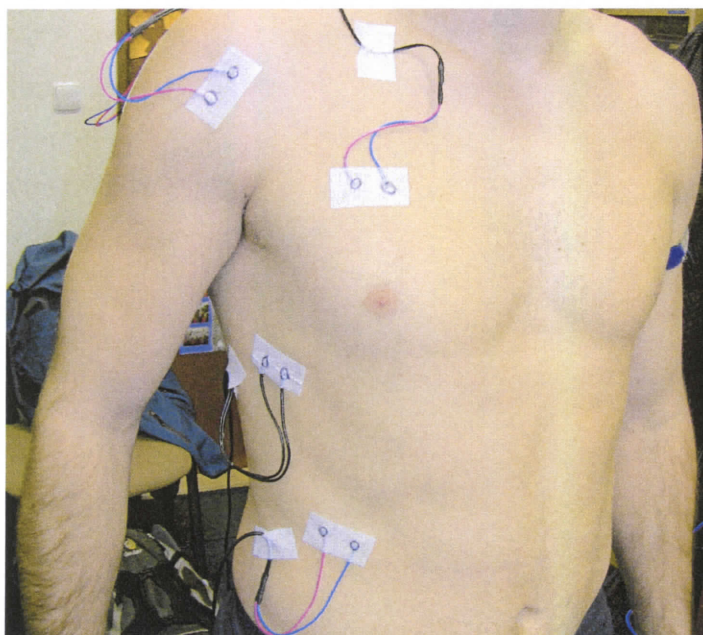
**funkce:** Oboustranně předklání trup a při jednostranné činnosti otáčí trup na stranu opačnou (dx. – doleva, sin. – doprava).



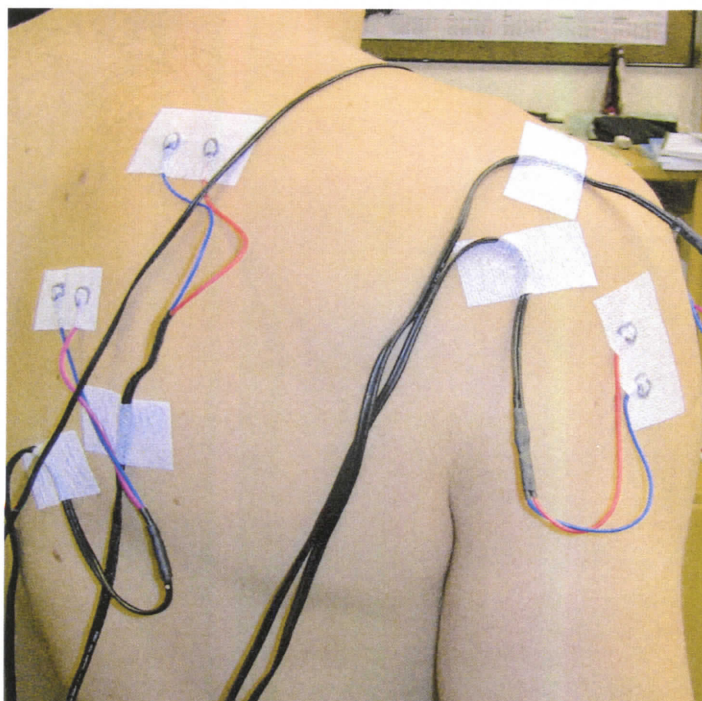
Obr.6: *m. obliquus externus abdominis dx.* (TRAVELL a SIMONS, 1999)



**Umístění elektrod na snímaném hráči:**



*Obr.7: m. deltoideus (zadní hlava), m. pectoralis major dx., m. serratus anterior dx. a m.obliquus externus abdominis dx.*



*Obr.8: m. infraspinatus dx., m.trapezius a m. deltoideus (přední hlava)*

Véle (2006) uvádí, že spojení svalů do jednoduchých smyček nebo složitějších řetězců integruje jejich funkci a proto je nutné při analýze pohybu vycházet nejen z jednotlivých svalů působících přímo na daný segment, ale i ze svalových řetězců působících zároveň na více segmentů určujících konečný průběh pohybu, do kterého je daný sval začleněn. Dále uvádí, že funkci svalových řetězců lze analyzovat klinicky i elektromyograficky a že soustředění se na jeden sval v řetězci při jeho testování nebo posilování vyčleňuje tento sval z celkové souvislosti a pohyb odvozený pouze z jeho úponů je zkreslený, nicméně i takto získaná data testováním funkce jednoho svalu mají značný orientační informační význam.

---

### **3. CÍLE A ÚKOLY PRÁCE**

---

Cílem této práce je vyhodnotit pomocí EMG měření strukturu zapojování svalů do pohybu při lakrosovém hodu. Dále pak zjistit, kdy jsou tyto svaly zatěžovány při vybraných specifických cvičeních. Důležité budou časové úseky jednotlivých pohybových cyklů, místa lokálních maxim u vybraných svalů, míra nárůstu svalového napětí a pořadí zapojování jednotlivých svalů za sebou.

#### **Úkoly práce:**

- vybrat vhodného hráče pro měření.
- vybrat svaly, jejichž činnost při pohybu budu měřit.
- vybrat vhodná specifická cvičení.
- pomocí EMG změřit činnost vybraných svalů při hodu a při jednotlivých cvicích.
- natočit videozáznamy těchto pohybových celků.
- vyhodnotit a popsat naměřené výsledky.
- porovnat grafy specifických cvičení s grafem lakrosového hodu

#### **Hypotézy:**

- technika hráče je při prvních pokusech méně stabilizovaná nežli po větším počtu zopakování pohybu.
- při specifických cvičeních se budou vybrané svalové skupiny zapojovat do pohybu vyšším svalovým napětím, nežli tomu bude u lakrosového hodu.
- průpravná cvičení budou mít podobnou strukturu zapojení svalů jako lakrosový hod.

---

## **4. METODIKA PRÁCE**

---

### **4.1. Charakteristika výzkumu**

Jedná se o případovou studii popisného charakteru relativního načasování pohybu a činnosti vybraných svalů při lakrosovém hodů pomocí EMG analýzy a kinematické analýzy. V případové studii na rozdíl od statistického šetření sbíráme velké množství dat od jednoho nebo od několika málo jedinců, u kterých se předpokládá, že důkladným prozkoumáním malého množství případů lépe porozumíme jiným případům podobným.

### **4.2. Charakteristika sledovaného souboru**

Pro případovou studii jsme zvolil dvacetiosmiletého hráče - praváka P.D., který hraje lakros čtrnáct let a jehož váha v době měření byla 85kg a výška 185cm. Hráč byl vybrán na základě jeho dlouholetých ligových zkušeností, které jsou obohacené o několikaleté působení v reprezentaci a jedné sezóny v zámořské lize. Podle většiny trenérů patří mezi nejlepší hráče domácí soutěže a je technicky nejvyspělejší. Vhodný výběr hráče byl potvrzen při přesnosti hodů a také při připevňování elektrod, neboť nebylo složité vybrané svaly zaměřit.

### **4.3. Charakteristika použitých metod**

Provedeme povrchové měření EMG u svalových skupin zajišťujících pohyb při lakrosovém hodů a doplníme je o jednoduchou kinematickou analýzu pomocí časové analýzy videozáznamu. Naměříme takto více jednotlivých provedení lakrosového hodů, abychom mohli porovnat, jak moc je technika hráče stabilní (zda jsou svaly do pohybu zapojovány podobně). Časování pohybu provádíme na základě kritických míst v technice:

- vytvoření počáteční síly s natočením trupu
- rotace boků



- rotace trupu
- rotace paží kolem trupu
- závěrečná fáze

EMG je podle Schmidta (1991) běžnou metodou záznamu pohybu, která měří účasti svalu v pohybu spolu s časovým aspektem jeho zapojení. Nejběžnější metodou, kterou použijeme i my, je záznam elektrické aktivity spojený s kontrakcí určitých svalů v průběhu pohybové zátěže. Zvolený způsob měření spočívá v připevnění elektrod na kůži pokrývající zapojené svaly, v náležitém zesílení signálu a v záznamu na polygrafický rekordér pro následnou analýzu. Povrchová EMG v oblasti kineziologie vyšetřuje aktivaci svalů, koaktivaci svalových skupin v průběhu komplexního i selektovaného pohybu, vlivy zátěže na svalovou funkci a může sledovat proces terapeutického procesu stejně jako efekt tréninkového zatížení.

„Metodika vyšetřování svalových aktivit pomocí povrchové EMG má své místo v hodnocení okamžiku a rychlosti nástupu i relativního poměru svalové aktivity při vyšetřování komplexních pohybových vzorců. Je uznávána vhodnost tohoto prostředku vyšetřování pro kineziologickou analýzu lidského pohybu včetně chůze a postury.“ (Rodová, Mayer, Janura, 2001).

Podle Dufka (1995) se povrchová elektromyografie registruje pomocí povrchových elektrod elektrické odezvy činnosti svalových skupin. Na elektromyogramu je zaznamenán elektrický ekvivalent dynamiky iontové výměny v oblasti membrány při aktivaci svalu. Záznam má podobu interferenčního vzorce a je výsledkem interference sumy potenciálů místních motorických jednotek v prostorové vazbě s přenosnými vodiči (což je povrch těla a snímací elektrody). Parametry elektromagnetického signálu jsou logicky výrazně ovlivněny fyziologickými faktory (kvantitou, kvalitou a umístěním detekovaných motorických jednotek). K nim přistupují faktory metodického charakteru – metodika detekce, zpracování a interpretace získaných dat.

Kvantifikace signálu je dána parametry:

- plocha pod křivkou usměrněné křivky (práce svaly vykonaná)
- průměrná amplituda

- vzdálenost nejvyšších vrcholů
- celkový výkon EMG signálu
- střední frekvence
- průměrná frekvence

Vzhledem k řešenému problému budu zkoumat především strukturu růstu a klesání EMG signálu (pořadí zapojení jednotlivých svalů do pohybu), měřit vzdálenosti vrcholů jednotlivých grafů (časy mezi maximálními aktivitami svalů), dále pak vzdálenosti mezi vrcholy různých grafů (čas mezi maximálními aktivitami různých svalů) a průměrnou a maximální amplitudu grafů (průměrná a maximální intenzita - napětí svalů zapojených do pohybu).

### **Charakteristika EMG přístroje:**

Jedná se o nezávislý mobilní EMG přístroj s doplňujícím vybavením, které tvoří náhradní zdroje s nabíječkou, speciálně vytvořený software pro ukládání dat, přenos dat do PC grafické zobrazení a zpracování a přenosný PC pro ukládání a zpracování dat. Mobilní EMG přístroj dokáže měřit EMG potenciály 7 svalů snímaných umístěnými elektrodami. Je opatřen jedním synchronizovaným kanálem pro synchronizaci videozáznamu a lokalizaci orientačních značek do záznamu se zvukovou signalizací pro probanda. Max. doba záznamu je 5 minut. Výsledek je přenesen do přenosného PC a EMG přístroj s plnou kapacitou paměti je během cca 2 min připraven k dalšímu měření.

### **Specifikace přístroje:**

- nezávislý mobilní EMG přístroj
- autor a výrobce: Karel Zelenka, UK FTVS v Praze
- počet kusů: 1
- 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 2,5s do 327s ( tedy přibližně 5min).
- vzorkování: 200Hz, tj. 5ms .
- 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 125ms. Stupeň citlivosti je možno nastavovat v řadě od 50 do 2000V.
- napájení: 3 samostatné akumulátory NiMH.
- rozměry přístroje s akumulátory: 185x140x42 mm.
- hmotnost s akumulátory do 1,3kg.

#### **Charakteristika videokamery:**

Jedná se o digitální videokameru SONY HDV - handycan 1080i, 4,0 megapixel.

#### **4.4. Specifická cvičení**

Specifická cvičení byla vybrána na základě podobnosti k lakrosovému hodů a s pomůckami, které jsou doporučovány předními výrobci lakrosového vybavení (těžší míček, závaží na lakrosovou hlavu či zápěstí) a nebo s běžnými pomůckami někdy i domácí výroby (medicinbal nebo vyplněná násada pískem). Je důležité si uvědomit fakt, že využití některý specifických cvičení, vyžaduje dobré osvojení si techniky lakrosového hodů. Zvláště u cvičení s medicinbalem, kde nebyla použita lakrosová hůl.

**1. Hod s těžším míčem do dálky na cíl**

Hráč provádí stejné pohyby jako při běžném lakrosovém hodu, s lakrosovou holí a těžším míčkem jehož váha je 3x větší (420g) než běžný lakrosový míč.

**2. Hod se závažím na hlavě hole do dálky na cíl**

Hráč provádí stejné pohyby jako při běžném lakrosovém hodu, s lakrosovou holí, běžným míčkem a se speciálním závažím na hlavě lakrosové hole o váze 700g.

**3. Hod se závažím na zápěstí do dálky na cíl**

Hráč provádí stejné pohyby jako při běžném lakrosovém hodu, s lakrosovou holí, běžným míčkem a se speciálním závažím na zápěstí o váze 2x 1 kg.

**4. Hod s těžší násadou hole (vyplněná pískem) do dálky na cíl**

Hráč provádí stejné pohyby jako při běžném lakrosovém hodu, s lakrosovou holí, běžným míčkem a pískem vysypanou násadou hole o váze 500g.

**5. Hod medicinbalem do dálky**

Hráč uchopí do obou rukou medicinbal o váze 4 kg a stejnými pohyby jako při lakrosovém hodu odhazuje míč do dálky.



---

## 5. VÝSLEDKOVÁ ČÁST

---

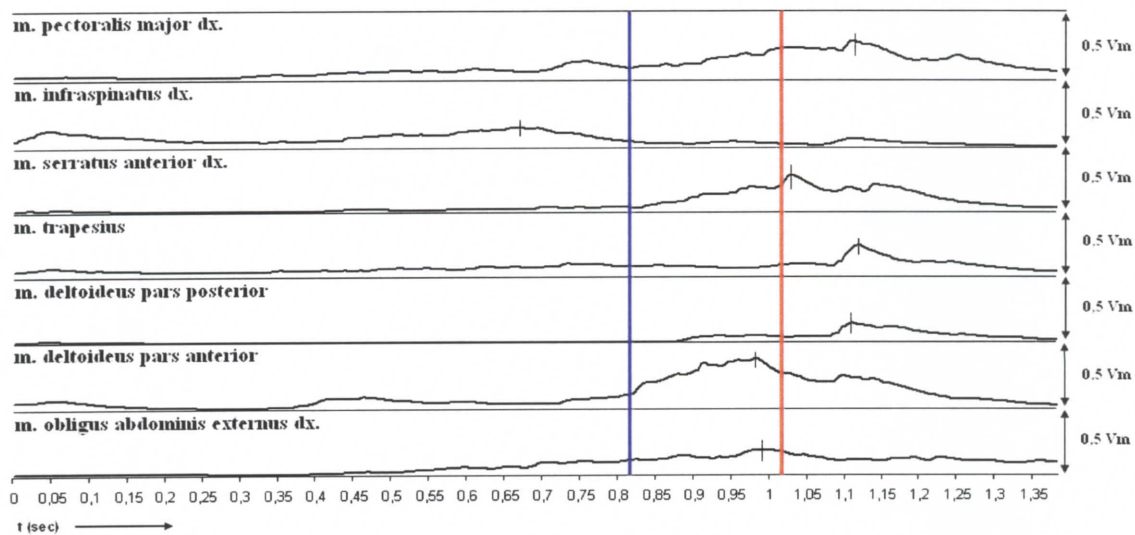
Měření probíhalo v areálu UK FTVS na víceúčelovém hřišti 25.10.2008 dopoledne za přítomnosti vedoucího práce, odborného konzultanta, fyzioterapeutky a autora této práce. Všechna cvičení byla prováděna po rozcvičení a rozehraní hráče několikrát za sebou. Především lakrosový hod byl proveden vícekrát než ostatní speciální cvičení, abychom mohli porovnat činnost svalů mezi pokusy jednoho pohybového celku.

### 5.1. Základní hody

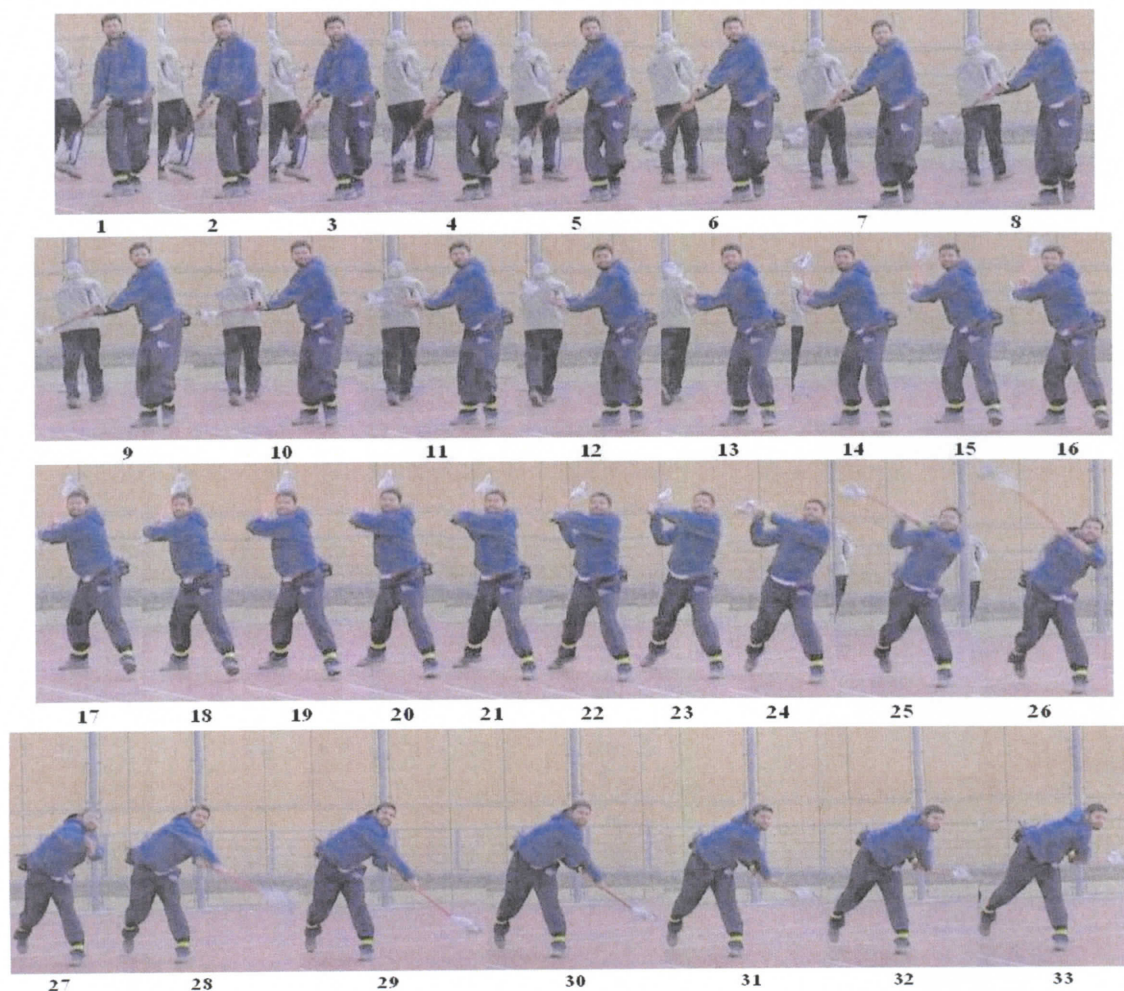
Během měření byly všechny kanály EMG přístroje nastaveny na intenzitu signálu 0,5mV. Naměřili jsme deset cyklů po dvou základních hodech. Celkem tedy dvacet základních hodů, abychom měli srovnání, jak je technika hráče stabilizovaná. Doba trvání celého pohybu u jednotlivých pokusů se pohybovala v rozmezí 1,28s u nejrychlejšího provedení a 1,48s u nejpomalejšího provedení. Průměrný čas lakrosového hodu tedy vyšel na 1,38s. Zajímavým zjištěním byla doba jednotlivých fází (přípravná, výkonová a dokončovací) při lakrosovém hodu, kdy průměrná doba přípravné fáze činila 0,86s, výkonové 0,17s a dokončovací 0,35s. Dalším zajímavým zjištěním je časové určení lokálního maxima vybraných svalů při jednotlivých provedení základního hodu, které nám dokáže určit, jak se postupně svaly zapojují během pohybu a hlavně v jaké fázi. Tyto parametry našeho měření jsme sledovali u následujících tří vybraných základních hodech (č.1, č.10 a č.20 podle pořadí provedení).

*Legenda ke grafům:* osa x znázorňuje časový průběh celého hodu v sekundách, osa y znázorňuje sedm pásem pro měření svalů o hodnotách 0,5Vm. Modrá svislá čára označuje místo mezi přípravnou a výkonovou fází pohybu, červená svislá čára představuje přechod mezi výkonovou a dokončovací fází pohybu. Svislé čárky na křivkách svalového napětí znázorňují místo lokálního maxima daného svalu.

### 5.1.1. Základní hod č. 1



Obr.9: EMG záznam základního hodu měřeném jako první v pořadí



Obr.10: Kinogram lakrosového hodu č.1

### Popis grafu:

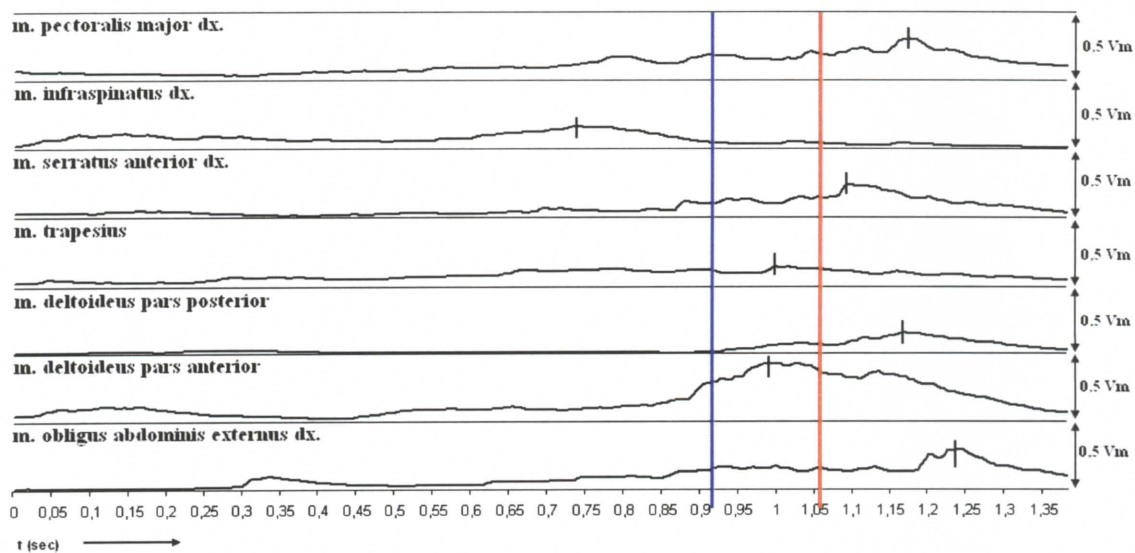
Celkový pohyb trvá 1,380s. Délka trvání přípravné fáze je 0,980s, fáze výkonové 0,135s a fáze dokončovací 0,325s. Již na první pohled je zřejmé, že růst svalového napětí u prvního hodu není pozvolný a u některých svalů se dokonce objevuje i kolísavý průběh (m. infraspinatus a m. deltoideus pars anterior). Svoji aktivitu začínají téměř všechny svaly již v přípravné fázi a to kromě svalu m. deltoideus pars posterior, který svoji činnost zahajuje až ve fázi výkonové. Také téměř všechny svaly plní svou práci během celého pohybu a to kromě svalu m. infraspinatus dx., který svoji činnost pozvolně dokončuje již na konci přípravné fáze. Co se týče dosažení lokálních maxim v průběhu pohybu, je na prvním místě již výše zmiňovaný m. infraspinatus dx., který jako jediný má své lokální maximum v přípravné fázi. Svá lokální maxima v následující výkonové fázi mají svaly m. deltoideus pars anterior a m. obliquus abdominis externus dx. V poslední dokončovací fázi mají svá lokální maxima svaly m. serratus anterior dx., m. pectoralis major dx. společně se svalem m. deltoideus pars posterior a jako poslední dosahuje svého lokálního maxima m. trapezius.

název zapojovaného svalu	čas lokálního maxima (s)	lokální maximum ve fázi	pořadí zapojování svalů
m. pectoralis major dx.	1,115	3	5
m. infraspinatus dx.	0,680	1	1
m. serratus anterior dx.	1,030	3	4
m. trapezius	1,120	3	7
m. deltoideus pars posterior	1,115	3	6
m. deltoideus pars anterior	0,985	2	2
m. obliquus abdominis externus dx.	0,995	2	3

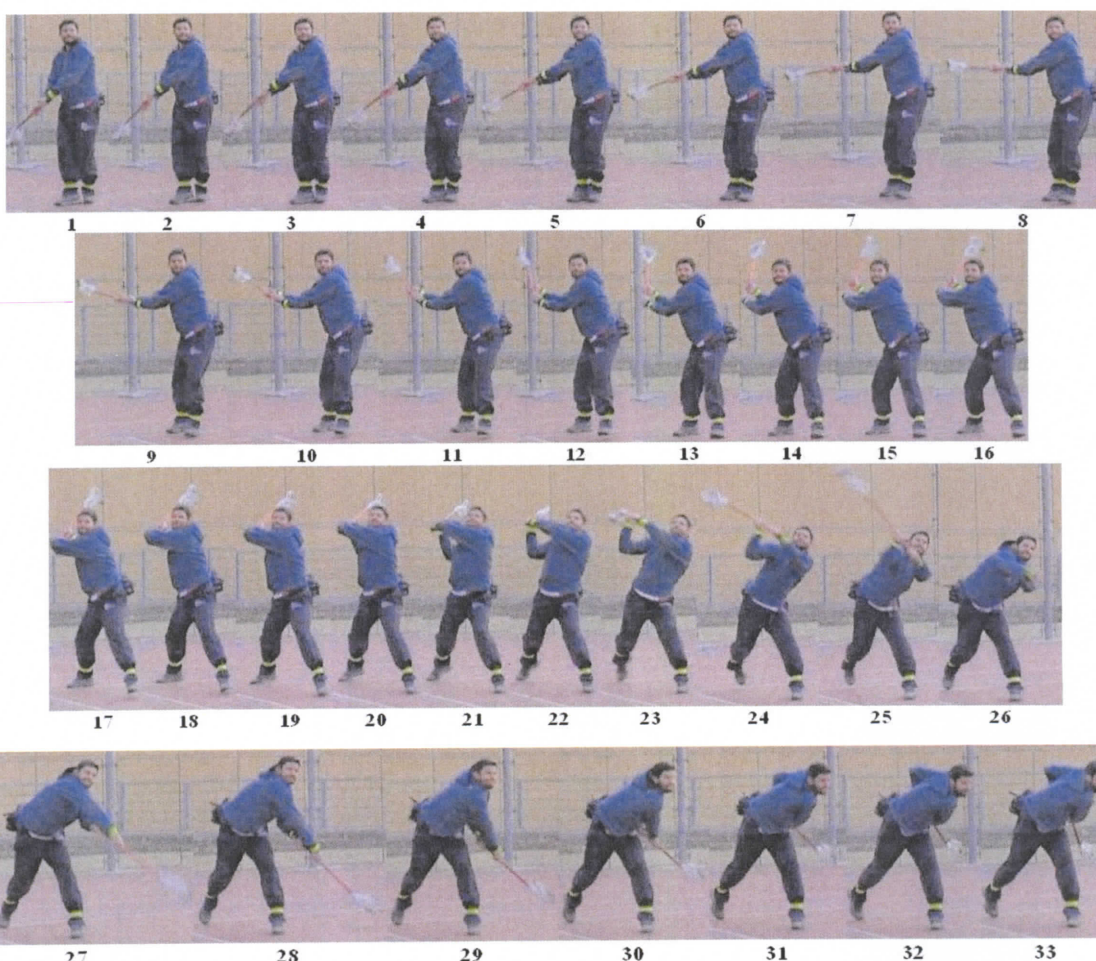
Tabulka č.1



### 5.1.2. Základní hod č. 10



Obr.11: EMG záznam základního hodu měřený jako desátý v pořadí



Obr.12: Kinogram lakrosového hodu č.10



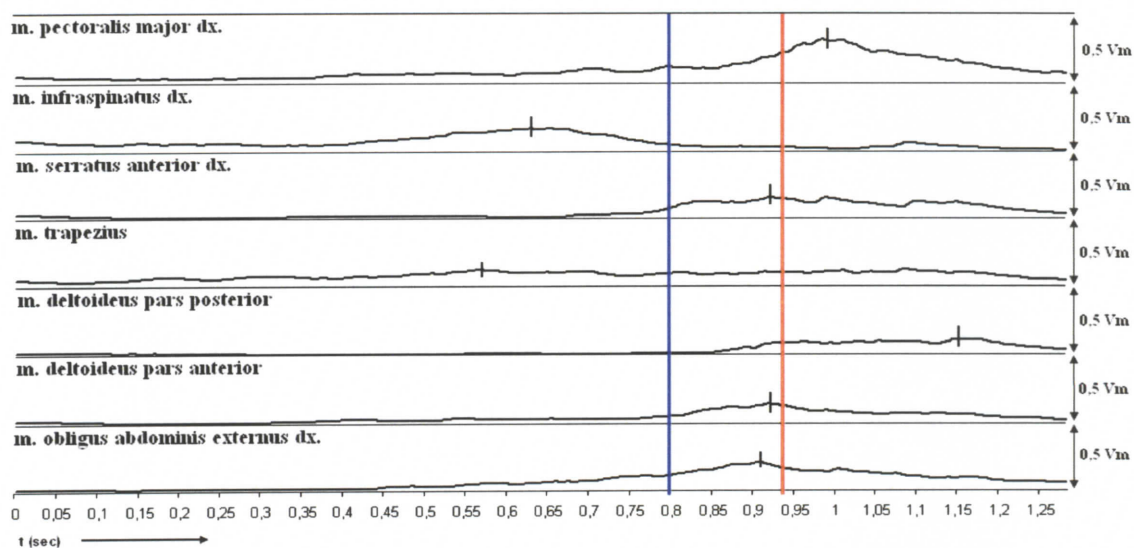
### Popis grafu:

Celkový pohyb trvá 1,380s. Délka trvání přípravné fáze je 0,820s, fáze výkonové 0,200s a fáze dokončovací 0,360s. U toho hodů, který je desátý v pořadí je růst svalového napětí více pozvolný a neobjevuje se ve velkém množství kolísavý průběh. Svoji aktivitu začínají téměř všechny svaly již v přípravné fázi a to kromě svalu m. deltoideus pars posterior, který svoji činnost zahajuje až ve fázi výkonové. Také téměř všechny svaly plní svou práci během celého pohybu a to kromě svalu m. infraspinatus dx., který svoji činnost pozvolně dokončuje již na konci přípravné fáze. Co se týče dosažení lokálních maxim v průběhu pohybu, je na prvním místě již výše zmiňovaný m. infraspinatus dx., který jako jediný má své lokální maximum v přípravné fázi. Svá lokální maxima v následující výkonové fázi mají pouze dva svaly m. deltoideus pars anterior a m. trapezius. V poslední dokončovací fázi mají svá lokální maxima zbylé svaly v pořadí m. serratus anterior dx., m. deltoideus pars posterior, m. pectoralis major dx. a jako poslední dosahuje svého maxima m. obliquus abdominis externus dx.

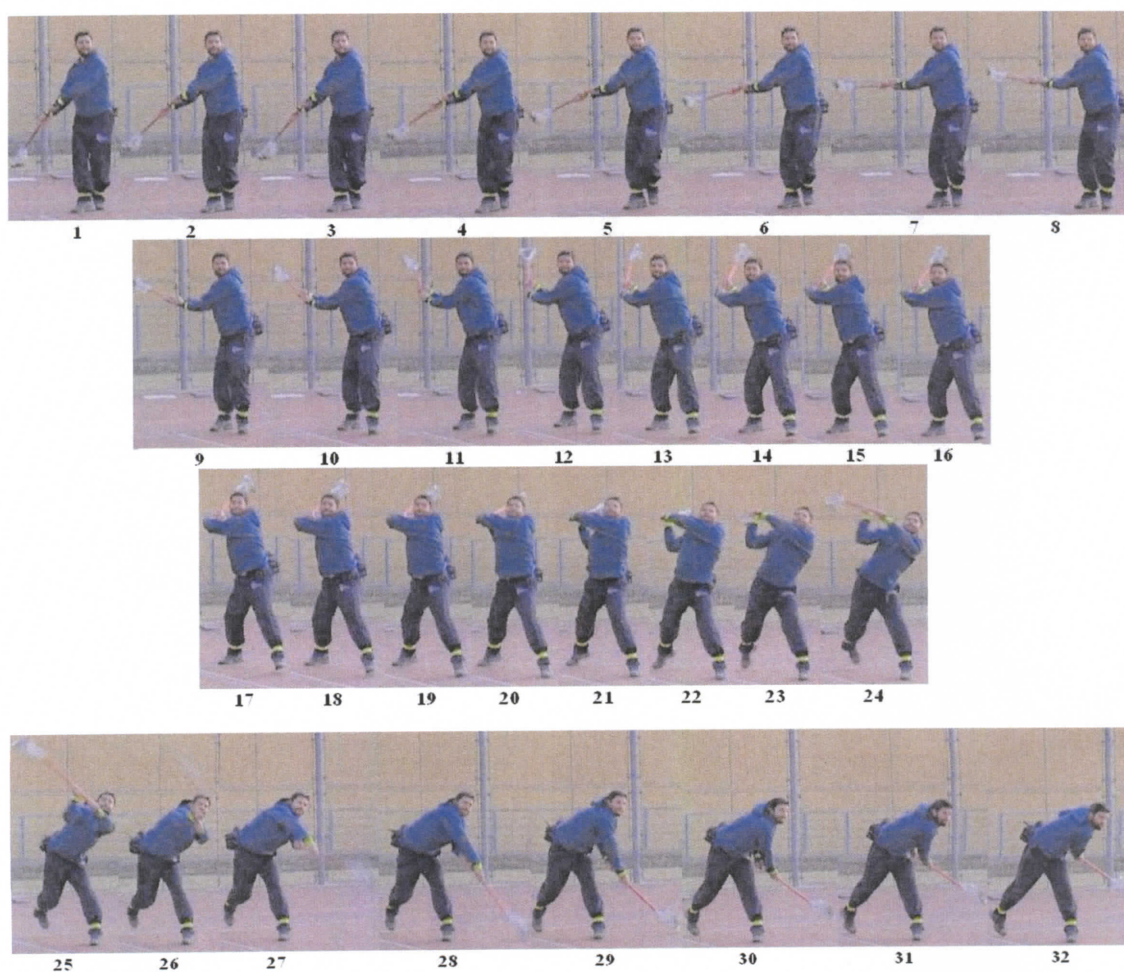
název zapojovaného svalu	čas lokálního maxima (s)	lokální maximum ve fázi	pořadí zapojování svalů
m. pectoralis major dx.	1,175	3	6
m. infraspinatus dx.	0,740	1	1
m. serratus anterior dx.	1,095	3	4
m. trapezius	1,000	2	3
m. deltoideus pars posterior	1,170	3	5
m. deltoideus pars anterior	0,990	2	2
m. obliquus abdominis externus dx.	1,240	3	7

Tabulka č.2

### 5.1.3. Základní hod č. 20



Obr.13: EMG záznam základního hodu měřený jako dvacátý v pořadí



Obr.14: Kinogram lakrosového hodu č.20

### Popis grafu:

Celkový pohyb trvá 1,280s. Délka trvání přípravné fáze je 0,800s, fáze výkonové 0,140s a fáze dokončovací 0,340s. Již na první pohled je zřejmé, že růst svalového napětí je u dvacátého hodů pozvolný a neobjevuje se kolísavý průběh. Dá se tedy říci, že při tomto pohybu je technika a práce zapojovaných svalů ustálená. Svoji aktivitu začínají téměř všechny svaly již v přípravné fázi a to kromě svalu m. deltoideus pars posterior, který svoji činnost zahajuje až ve fázi výkonové. Také téměř všechny svaly plní svou práci během celého pohybu a to kromě svalu m. infraspinatus dx., který svoji činnost pozvolně dokončuje již na konci přípravné fáze. Co se týče dosažení lokálních maxim v průběhu pohybu, jsou na prvním místě m. trapezius a hned po něm m. infraspinatus dx., které mají své lokální maxima v přípravné fázi. Svá lokální maxima v následující výkonové fázi mají svaly m. obliquus abdominis externus dx. a společně m. serratus anterior dx. a m. deltoideus pars anterior. V poslední dokončovací fázi mají svá lokální maxima svaly, m. pectoralis major dx. a m. deltoideus pars posterior.

název zapojovaného svalu	čas lokálního maxima (s)	lokální maximum ve fázi	pořadí zapojování svalů
m. pectoralis major dx.	0,990	3	6
m. infraspinatus dx.	0,630	1	2
m. serratus anterior dx.	0,925	2	4
m. trapezius	0,570	1	1
m. deltoideus pars posterior	1,150	3	7
m. deltoideus pars anterior	0,920	2	5
m. obliquus abdominis externus dx.	0,910	2	3

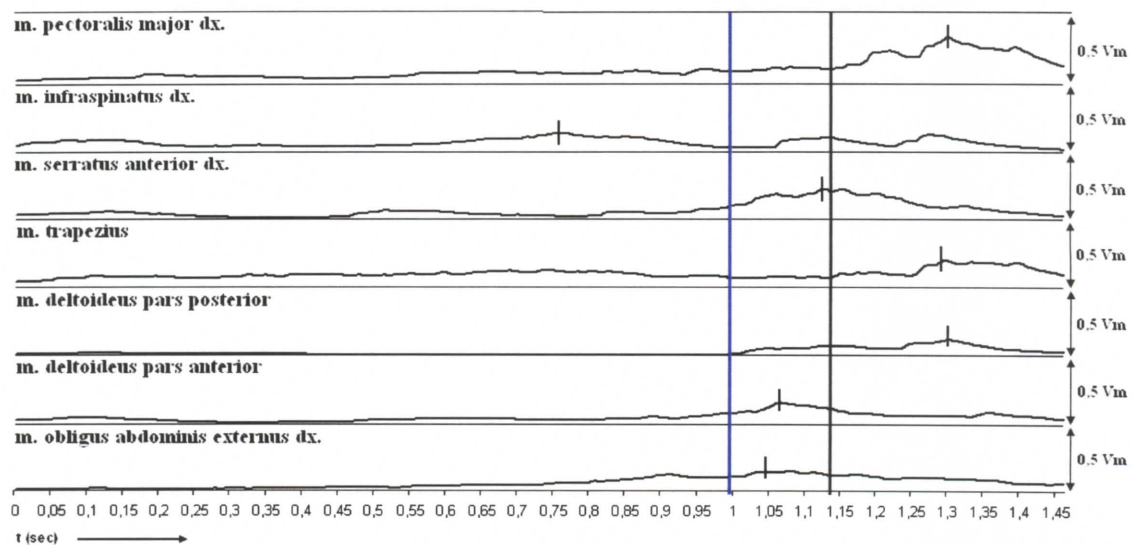
Tabulka .3

## 5.2. Specifická cvičení

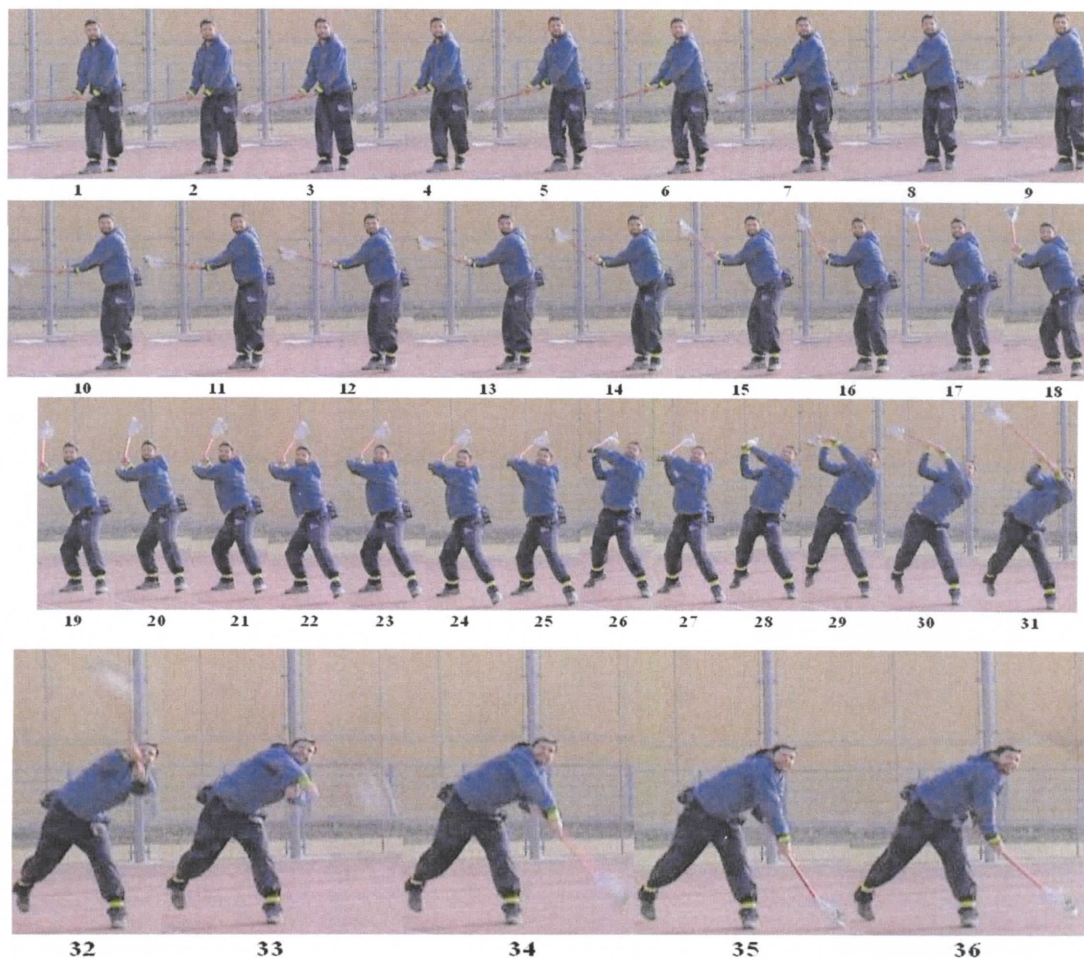
Při všech cvičeních byly kanály EMG přístroje nastaveny stejně jako při základních hodech, tedy na 0,5mV. U specifických cvičeních (těžší míč, těžší násada, závaží na zápěstích, závaží na lakrosové holi nebo medicinbalu) bylo provedeno celkem dvacet hodů ve dvou cyklech po dvou cvičeních, celkem tedy stejně pokusů jako u základního hodu. Podobně jako u základního hodu, tak u specifických cvičeních jsme sledovali stejné hodnoty (celkový průběh pohybu, délka jednotlivých fází a také lokální maxima jednotlivých svalů a jejich postupné zapojení do pohybu). Tyto parametry našeho měření jsme sledovali u následujících pěti grafech. Na grafech lze vyčíst tyto parametry obdobně jako na grafech základních hodů pouze s tím rozdílem, že přechod mezi výkonovou a dokončovací fází pohybu je znázorněn ne červenou, ale černou svislou čarou.



### 5.2.1. Hod s těžším míčkem



Obr.18: EMG záznam hodu s těžším míčkem měřený jako čtvrtý v pořadí



Obr.19: Kinogram hodu s těžším míčkem

### Popis grafu:

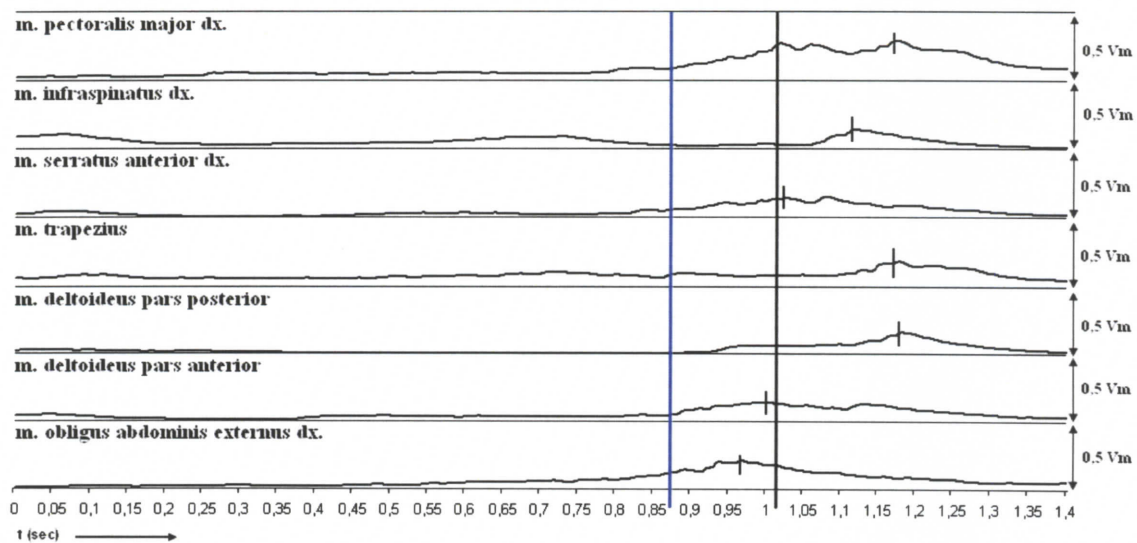
Celkový pohyb trvá 1,460s. Délka trvání přípravné fáze je 0,990s, fáze výkonové 0,135s a fáze dokončovací 0,330s. Při hodů s těžším míčkem je nutné zmínit skutečnost, že přesnost umístění míčku byla velmi nepřesná a pocit zkoumaného probanda byl oproti jiným specifickým cvičením nevyhovující, tyto skutečnosti však nejsou při pohledu na graf a pozdějšímu porovnání absolutně zřejmé. Dá se tedy říci, že při tomto cvičení je práce zapojovaných svalů téměř plynulá a bez výrazných výkyvů svalového napětí, ten se objevuje pouze u svalu m. infraspinatus dx. Svoji aktivitu začínají téměř všechny svaly již v přípravné fázi a to kromě svalu m. deltoideus pars posterior, který svoji činnost zahajuje až ve fázi výkonové. Všechny svaly plní svou práci během celého pohybu, dokonce i sval m. infraspinatus dx., který jinak svou práci u předchozích hodů vždy pozvolně dokončoval již v přípravné fázi, se díky svému kolísavému průběhu zapojuje do celého pohybu. Co se týče dosažení lokálních maxim v průběhu pohybu, je na prvním místě a jako jediný v této fázi m. infraspinatus dx.. Svá lokální maxima v následující výkonové fázi mají svaly m. obliquus abdominis externus dx., m. deltoideus pars anterior a m. serratus anterior dx. V poslední dokončovací fázi mají svá lokální maxima svaly, m. trapezius, m. deltoideus pars posterior a m. pectoralis major dx.

název zapojovaného svalu	čas lokálního maxima (s)	lokální maximum ve fázi	pořadí zapojování svalů
m. pectoralis major dx.	1,305	3	7
m. infraspinatus dx.	0,760	1	1
m. serratus anterior dx.	1,125	2	4
m. trapezius	1,295	3	5
m. deltoideus pars posterior	1,300	3	6
m. deltoideus pars anterior	1,065	2	3
m. obliquus abdominis externus dx.	1,050	2	2

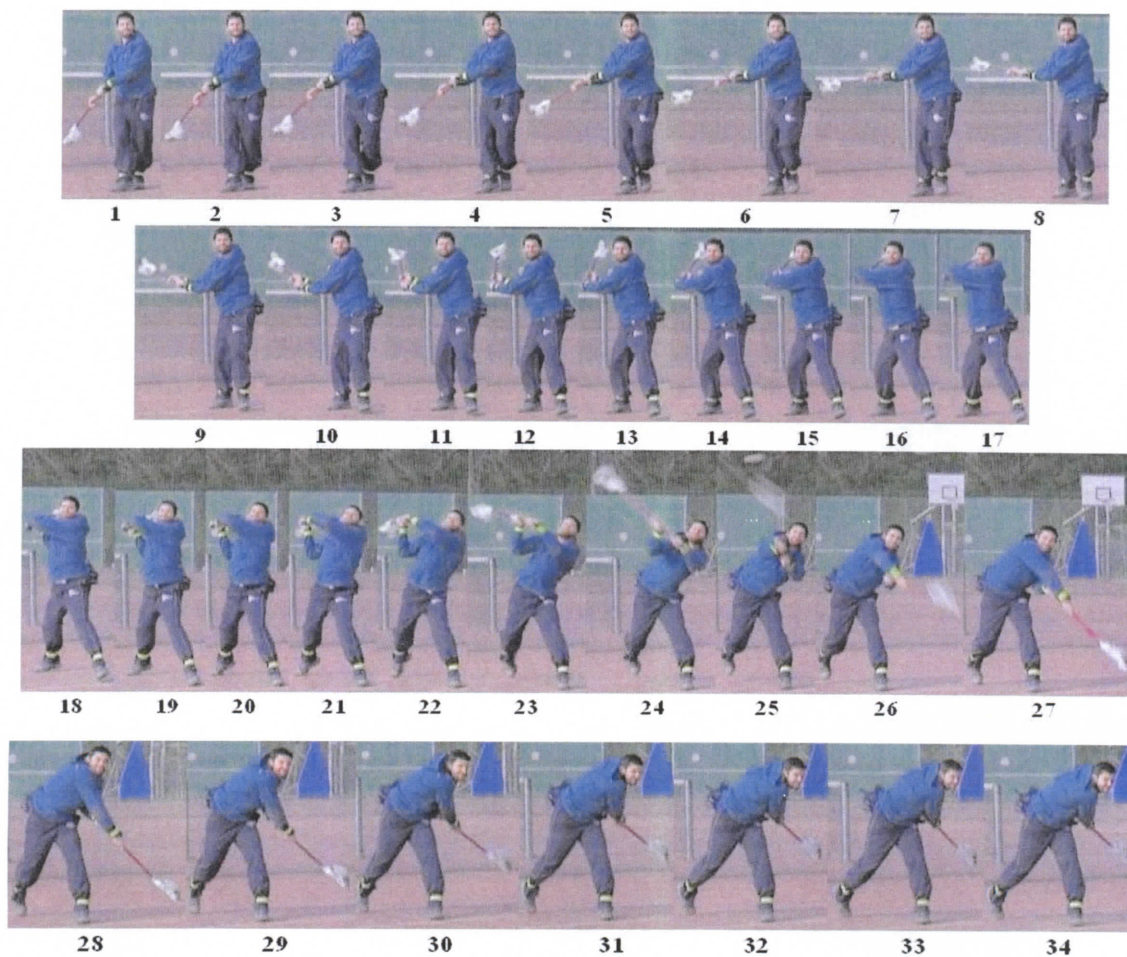
Tabulka č.4



## 5.2.2. Hod s těžší násadou



Obr.20: EMG záznam hodů s těžší násadou měřený jako čtvrtý v pořadí



Obr.21: Kinogram hodů s těžší násadou



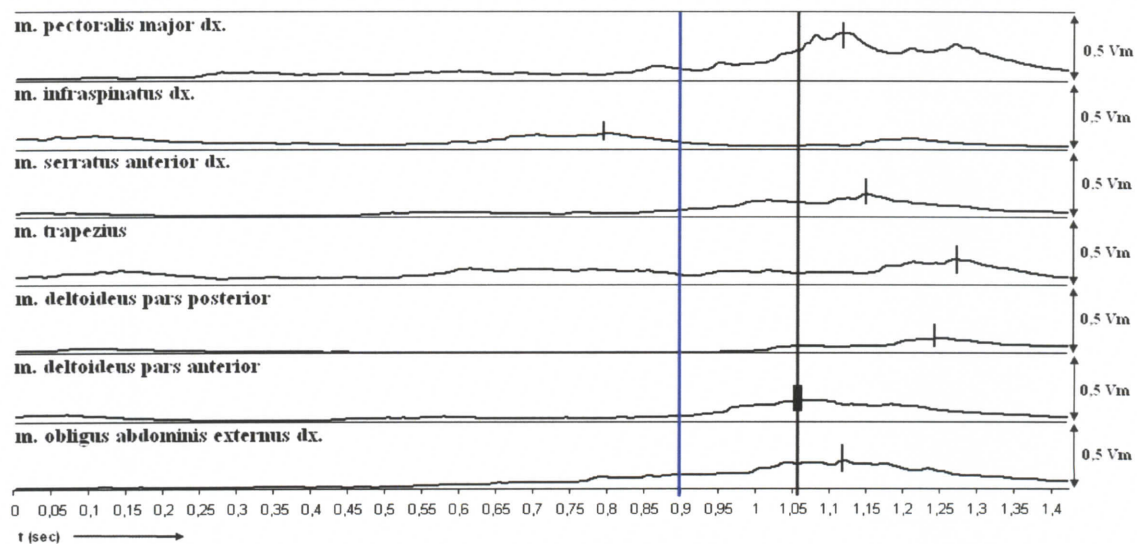
### Popis grafu:

Celkový pohyb trvá 1,400s. Délka trvání přípravné fáze je 0,875s, fáze výkonové 0,135s a fáze dokončovací 0,390s. Při tomto cvičení je práce zapojovaných svalů téměř plynulá a bez výrazných výkyvů svalového napětí, ten se objevuje pouze u svalu m. infraspinatus dx. Svoji aktivitu začínají téměř všechny svaly již v přípravné fázi a to kromě svalu m. deltoideus pars posterior, který svoji činnost zahajuje až ve fázi výkonové. Všechny svaly plní svou práci během celého pohybu, dokonce i sval m. infraspinatus dx., který jinak svou práci u základních hodů vždy pozvolně dokončoval už v přípravné fázi, se díky svému kolísavému průběhu a místu lokálního maxima zapojuje do celého pohybu. Co se týče dosažení lokálních maxim v průběhu pohybu, je na prvním místě a až ve fázi výkonové m. obliquus abdominis externus dx. a m. deltoideus pars anterior. Ostatní svaly mají svá lokální maxima až v dokončovací fázi pohybu a to v pořadí m. serratus anterior dx., m. infraspinatus dx., m. trapezius, m. pectoralis major dx. a jako poslední m. deltoideus pars posterior.

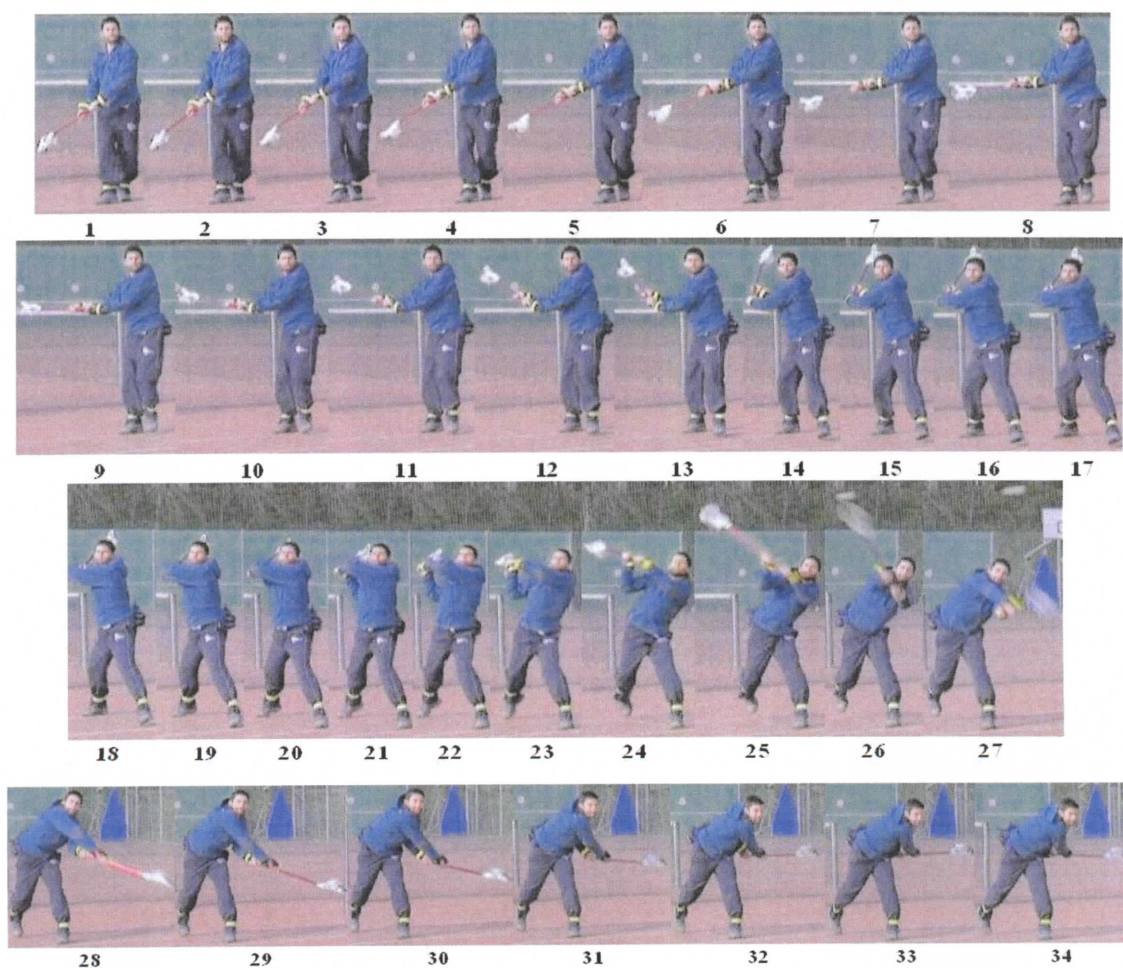
název zapojovaného svalu	čas lokálního maxima (s)	lokální maximum ve fázi	pořadí zapojování svalů
m. pectoralis major dx.	1,175	3	6
m. infraspinatus dx.	1,115	3	4
m. serratus anterior dx.	1,025	3	3
m. trapezius	1,155	3	5
m. deltoideus pars posterior	1,180	3	7
m. deltoideus pars anterior	1,000	2	2
m. obliquus abdominis externus dx.	0,970	2	1

Tabulka č.5

### 5.2.3. Hod se závažím na zápěstích



Obr.22: EMG záznam hodu se závažím na zápěstích měřený jako čtvrtý v pořadí



Obr.23: Kinogram hodu se závažím na zápěstích

**Popis grafu:**

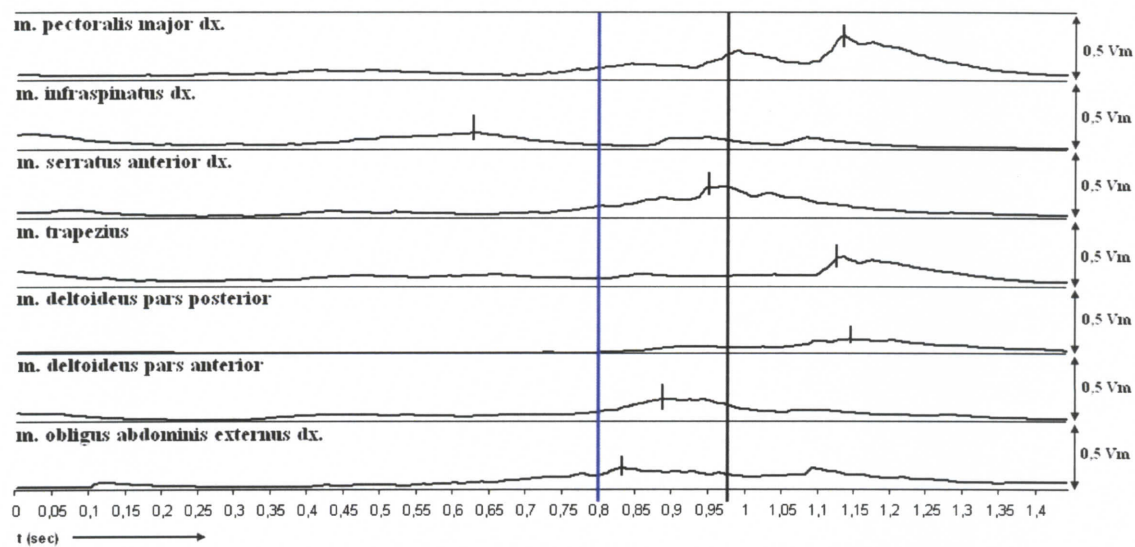
Celkový pohyb trvá 1,420s. Délka trvání přípravné fáze je 0,895s, fáze výkonové 0,160s a fáze dokončovací 0,365s. Při tomto cvičení je práce zapojovaných svalů téměř plynulá a bez výrazných výkyvů svalového napětí, ten se objevuje pouze u svalů m. infraspinatus dx. a m. trapezius. Svoji aktivitu začínají téměř všechny svaly již v přípravné fázi a to kromě svalu m. deltoideus pars posterior, který svojí činnost zahajuje až ve fázi výkonové. Všechny svaly plní svou práci během celého pohybu. Co se týče dosažení lokálních maxim v průběhu pohybu, je na prvním místě a jako jediný v přípravné fázi m. infraspinatus dx. Svá lokální maxima v následující výkonové fázi má také pouze jeden sval a tím je m. deltoideus pars anterior, což je oproti ostatním základním hodů velmi zajímavé. Všechny ostatní svaly mají svoje lokální maxima v dokončovací fázi v pořadí m. obliquus abdominis externus dx., m. pectoralis major dx., m. serratus anterior dx., m. deltoideus pars posterior a jako poslední má své lokální maximum sval m. trapezius.

název zapojovaného svalu	čas lokálního maxima (s)	lokální maximum ve fázi	pořadí zapojování svalů
m. pectoralis major dx.	1,120	3	4
m. infraspinatus dx.	0,795	1	1
m. serratus anterior dx.	1,150	3	5
m. trapezius	1,275	3	7
m. deltoideus pars posterior	1,245	3	6
m. deltoideus pars anterior	1,060	2	2
m. obliquus abdominis externus dx.	1,115	3	3

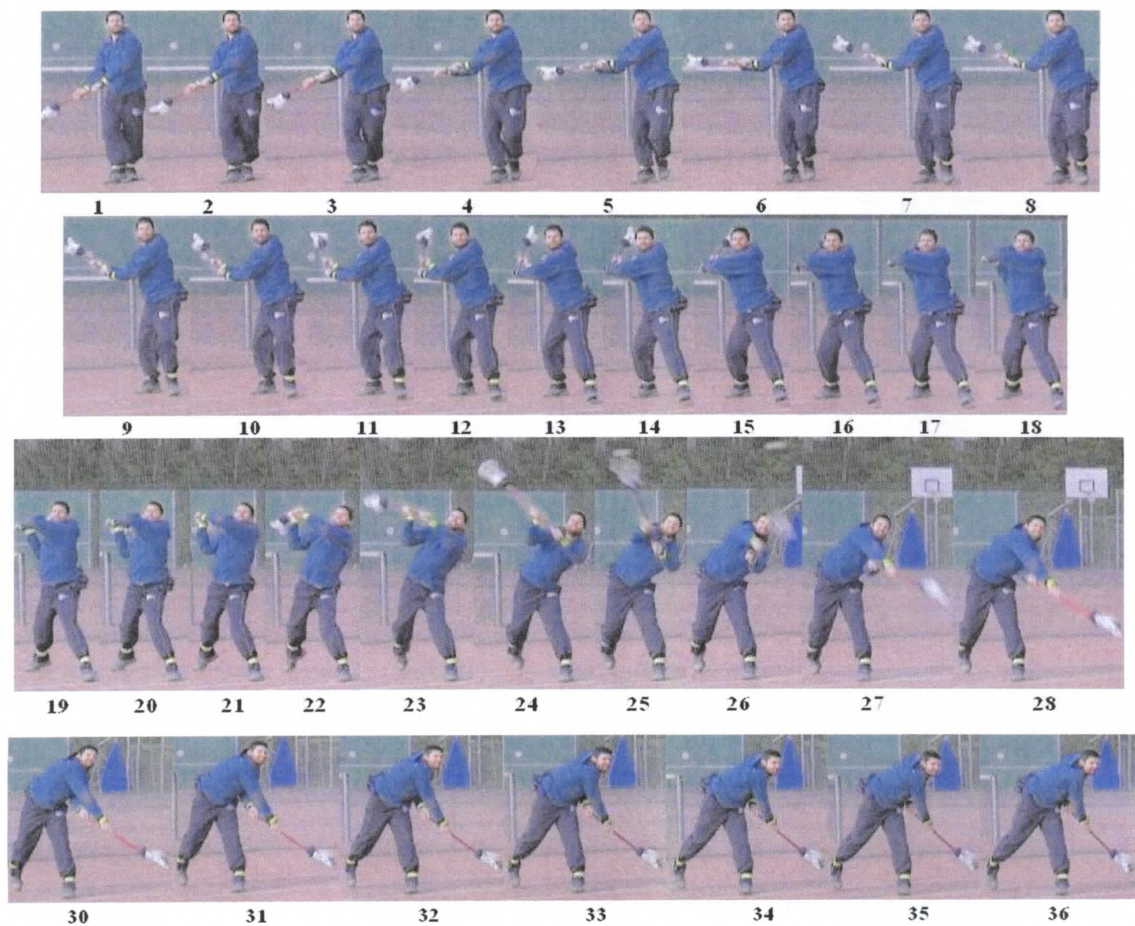
*Tabulka č.6*



### 5.2.4. Hod se závažím na lakrosové holi



Obr.24: EMG záznam hodu se závažím na lakrosové holi měřený jako čtvrtý v pořadí



Obr.25: Kinogram hodu se závažím na lakrosové holi



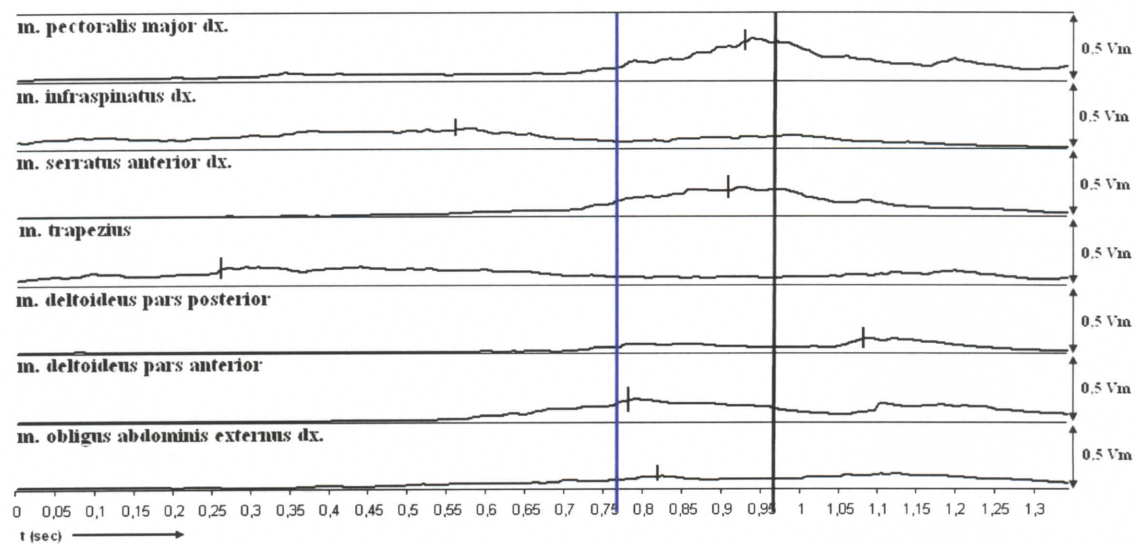
### Popis grafu:

Celkový pohyb trvá 1,440s. Délka trvání přípravné fáze je 0,800s, fáze výkonové 0,180s a fáze dokončovací 0,460s. Při pohledu na graf tohoto cvičení je patrné, že růst svalového napětí není pozvolný a u některých svalů se dokonce objevuje i kolísavý průběh (m. infraspinatus a m. pectoralis major dx.). Svoji aktivitu začínají téměř všechny svaly již v přípravné fázi a to kromě svalu m. deltoideus pars posterior, který svojí činnost zahajuje až ve fázi výkonové. Všechny svaly plní svou práci během celého pohybu. Co se týče dosažení lokálních maxim v průběhu pohybu, je na prvním místě a jako jediný v přípravné fázi m. infraspinatus dx. Svá lokální maxima v následující výkonové fázi mají svaly m. obliquus abdominis externus dx., m. deltoideus pars anterior a m. serratus anterior dx. V dokončovací fázi mají svá lokální maxima svaly, m. trapezius, m. pectoralis major dx. a jako poslední sval m. deltoideus pars posterior.

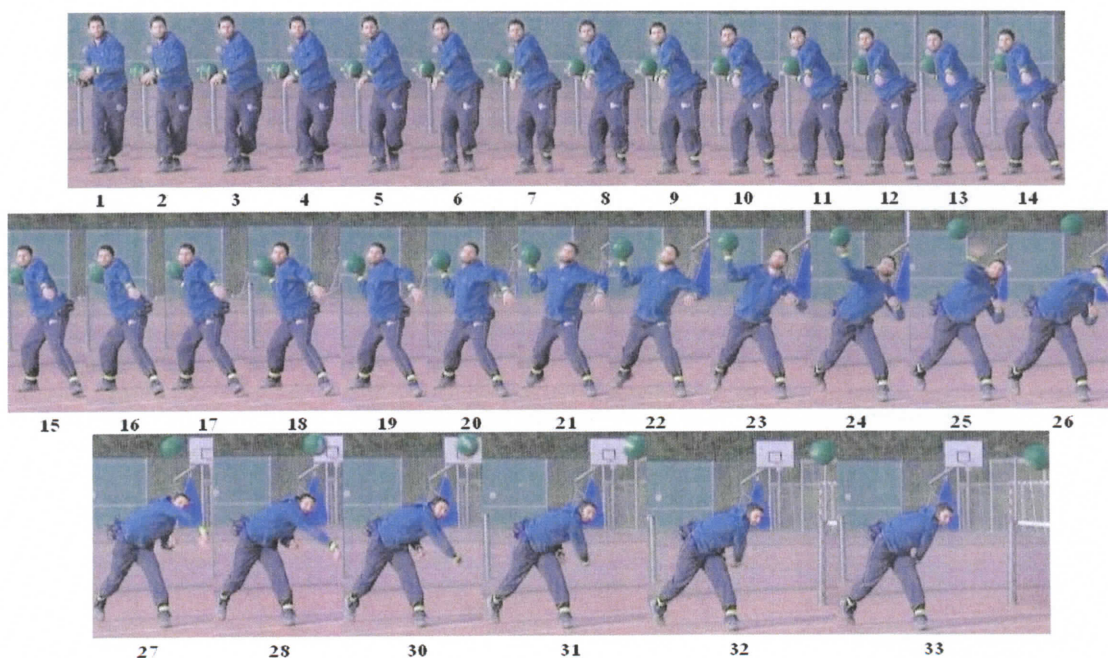
název zapojovaného svalu	čas lokálního maxima (s)	lokální maximum ve fázi	pořadí zapojování svalů
m. pectoralis major dx.	1,135	3	6
m. infraspinatus dx.	0,630	1	1
m. serratus anterior dx.	0,950	2	4
m. trapezius	1,125	3	5
m. deltoideus pars posterior	1,145	3	7
m. deltoideus pars anterior	0,890	2	3
m. obliquus abdominis externus dx.	0,835	2	2

Tabulka č. 7

### 5.2.5. Hod medicinbalem



Obr.26: EMG záznam hodu medicinbalem měřený jako čtvrtý v pořadí



Obr.27: Kinogram hodu medicinbalem

### Popis grafu:

Celkový pohyb trvá 1,340s. Délka trvání přípravné fáze je 0,765s, fáze výkonové 0,205s a fáze dokončovací 0,370s. Při tomto cvičení je práce zapojovaných svalů téměř plynulá a bez výrazných výkyvů svalového napětí. Svoji aktivitu začínají všechny svaly již v přípravné fázi a to i sval m. deltoideus pars posterior, který u všech předchozích hodů zahajoval svojí činnost až ve fázi výkonové. Všechny svaly plní svou práci během celého pohybu. Co se týče dosažení lokálních maxim v průběhu pohybu, je na prvním místě a v přípravné fázi výjimečně m. trapezius, dále v této fázi má své lokální maximum m. infraspinatus dx. Svá lokální maxima v následující výkonové fázi mají svaly m. deltoideus pars anterior, m. obliquus abdominis externus dx., m. serratus anterior dx. a m. pectoralis major dx. V poslední dokončovací fázi má své lokální maximum pouze sval m. deltoideus pars posterior.

název zapojovaného svalu	čas lokálního maxima (s)	lokální maximum ve fázi	pořadí zapojování svalů
m. pectoralis major dx.	0,935	2	6
m. infraspinatus dx.	0,560	1	2
m. serratus anterior dx.	0,910	2	5
m. trapezius	0,265	1	1
m. deltoideus pars posterior	1,080	3	7
m. deltoideus pars anterior	0,785	2	3
m. obliquus abdominis externus dx.	0,815	2	4

Tabulka č.8



---

## 6. DISKUSE

---

Prvním diskutovaným problémem je standardizace provedení měření, porovnat výsledky mezi jednotlivými pokusy hodů, dále porovnat naměřené výsledky u jednotlivých specifických cvičení s výsledky naměřenými u základního hodu a komplexně zhodnotit, která cvičení jsou pro zdokonalování samotného hodu nejvhodnější.

### **Standardizace podmínek měření**

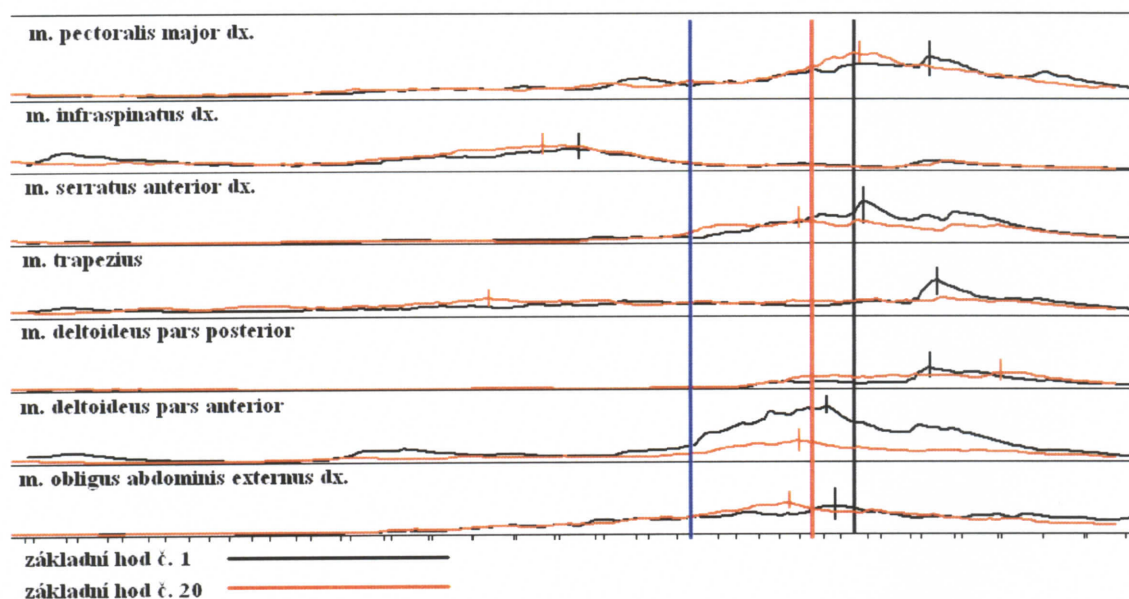
Je důležité zmínit, že hráč prováděl hody na venkovním víceúčelovém hřišti, kde se ze vzdálenosti 10m snažil umístit své pokusy do vyznačeného místa o velikosti 50cm<sup>2</sup> ve výšce 150cm. EMG přístrojem byly zaznamenávány všechny pokusy bez ohledu na to, zda byl míč umístěn do vyznačeného pole či ne, jeho úspěšnost byla však kromě hodů s těžším míčkem téměř stoprocentní. Jak jsem napsal již výše, měření byla prováděna na venkovním hřišti, při relativně chladném počasí, ve kterém je ale měřený hráč zvyklý trénovat i hrát. Novou zkušeností pro hráče bylo provádět hody s EMG přístrojem, který má hmotnost zanedbatelnou ve srovnání s hmotností hráče a podle vyjádření hráče mu v pohybu nijak výrazně nepřekážel. Dalším možným faktorem pro hráče byla přítomnost videokamery a výzkumného týmu na hřišti, z čehož pravděpodobně plyne nervozita při prvních pokusech, projevující se méně stabilní technikou, nežli při pokusech posledních, kdy už si hráč na nové prostředí zvykl. Na prvních dvou níže uvedených grafech jsou mezi sebou porovnávány základní hody č.1 a č.10 se základním hodem č.20 podle pořadí kdy byly během měření provedeny. Z výsledků vyplývá, že hod č.20 je plynulejší a ustálenější a proto je na dalších pěti grafech porovnán s pěti specifickými cvičeními. U tohoto porovnávání je nutné říci, že doplňky těchto cvičení společně představují určitou zátěž a tím i tedy vyšší odpor během lakrosového hodu, což by mělo představovat zvýšené svalové napětí oproti napětí u základního hodu č.20. Je důležité si tedy uvědomit i občasný výskyt výkyvu tohoto napětí v závěrečné dokončovací fázi pohybu někdy až v podobě lokálního maxima, který má za následek přibrzdění tohoto břemene. Na tyto skutečnosti se musí přihlížet a je třeba se zaměřit na celý průběh svalového napětí. Při popisu grafů je třeba připomenout, že modrá svíslá čára na grafu znázorňuje přechod mezi fází přípravnou a fází výkonovou a tato čára také představuje bod, ke kterému byly oba grafy vzájemně



porovnávají. Další dvě svislé čáry (černá a červená) označují přechod mezi výkonovou a dokončovací fází a jejich barevnost odpovídá příslušnému typu hodu.

## 6.1. Srovnání základního hodu č.20 se specifickými cvičeními

Srovnání základních hodů č.1 a č.20



Obr.16: EMG záznam základních hodů č.1 a č.20

HOD	délka celého hodu	délka přípravné fáze (s)	délka výkonové fáze (s)	délka dokončovací fáze (s)
zákl. hod č.1	1,380	0,820	0,200	0,360
zákl. hod č.20	1,280	0,800	0,140	0,340

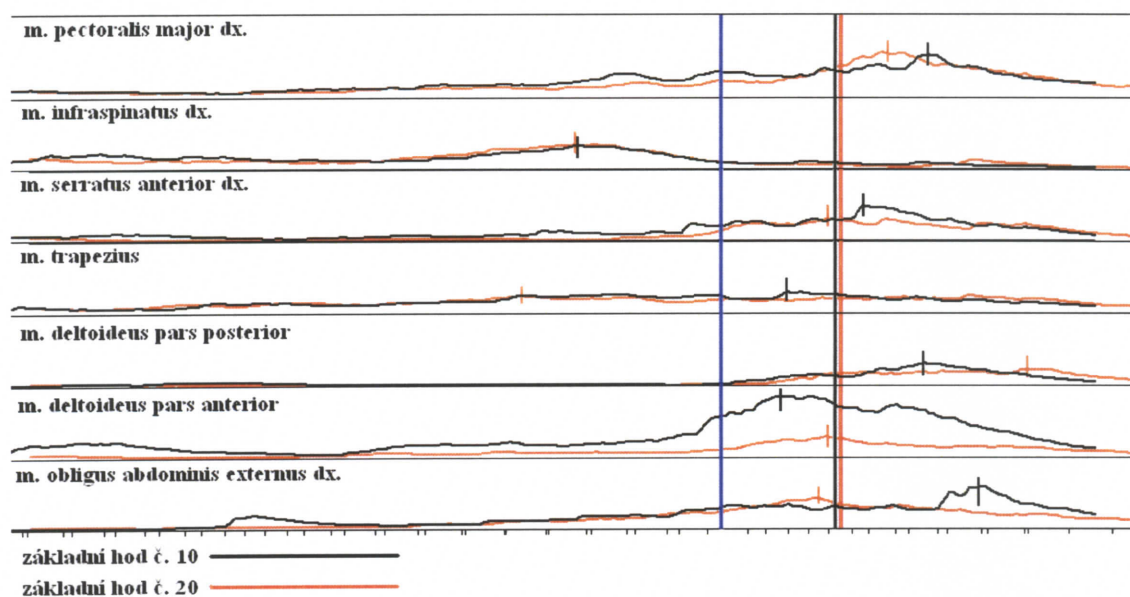
Tabulka č.9

### Popis grafu:

Na grafu jsou porovnávány základní hody č.1 a č.20. Již na první pohled je z grafu zřejmé, že časový průběh především výkonové fáze pohybu je u obou hodů rozdílný. K porovnání celkové délky pohybů a časového průběhu všech tří fází u jednotlivých hodů nám lépe poslouží uvedená tabulka č.9 z níž plyne, že hod č.20 je nejen celkově, ale i ve všech třech fázích proveden rychleji nežli u hodu č.1. Svalový

průběh obou hodů je téměř totožný. Jeho podrobnějším prozkoumáním je ale vidět, že se hody liší a to ve výskytu lokálních maxim v jednotlivých fázích pohybu u dvou svalů (m. serratus anterior dx. a m. trapezius). Průběh a velikost svalového napětí je u hodu č.20 plynulejší a bez výrazných výkyvů nežli u hodu č.1. Lze konstatovat, že u hodu č.20 je technika ustálenější, nežli u hodu č.1.

#### Srovnání základních hodů č. 10 a č. 20



Obr.17: EMG záznam základních hodů č.10 a č.20

HOD	délka celého hodu	délka přípravné fáze (s)	délka výkonové fáze (s)	délka dokončovací fáze (s)
zákl. hod č.10	1,380	0,920	0,135	0,325
zákl. hod č.20	1,280	0,800	0,140	0,340

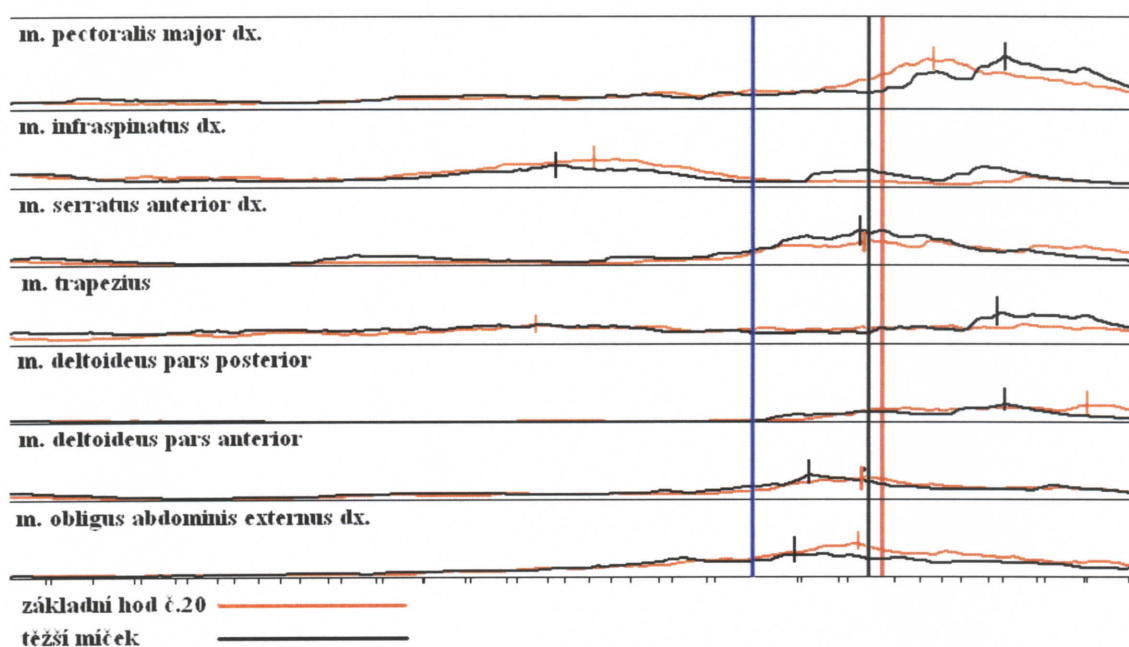
Tabulka č.10

#### Popis grafu:

Na grafu jsou porovnávány základní hody č.10 a č.20. K porovnání celkové délky pohybů a časového průběhu všech tří fází u jednotlivých hodů nám lépe poslouží uvedená tabulka č.10 z níž plyne, že hod č.20 je celkově rychlejší a rozdíly mezi

jednotlivými fázemi je kromě fáze přípravné zanedbatelný. Svalový průběh obou hodů je téměř totožný. Jeho podrobnějším prozkoumáním je ale vidět, že se hody liší a to ve výskytu lokálních maxim v jednotlivých fázích pohybu u tří svalů (m. serratus anterior dx., m. obliquus abdominis externus dx. a m. trapezius). Průběh a velikost svalového napětí je u hodu č.20 plynulejší a bez výrazných výkyvů nežli u hodu č.10. Z těchto skutečností vyplývá , že u hodu č.20 je technika ustálenější, nežli u hodu č.10.

#### Srovnání základního hodu č. 20 a těžšího míčku



Obr.28: EMG záznam základního hodu č.20 a těžšího míčku

HOD	délka celého hodu	délka přípravné fáze (s)	délka výkonové fáze (s)	délka dokončovací fáze (s)
zákl. hod č.20	1,280	0,800	0,140	0,340
těžší míček	1,460	0,990	0,135	0,330

Tabulka č.11

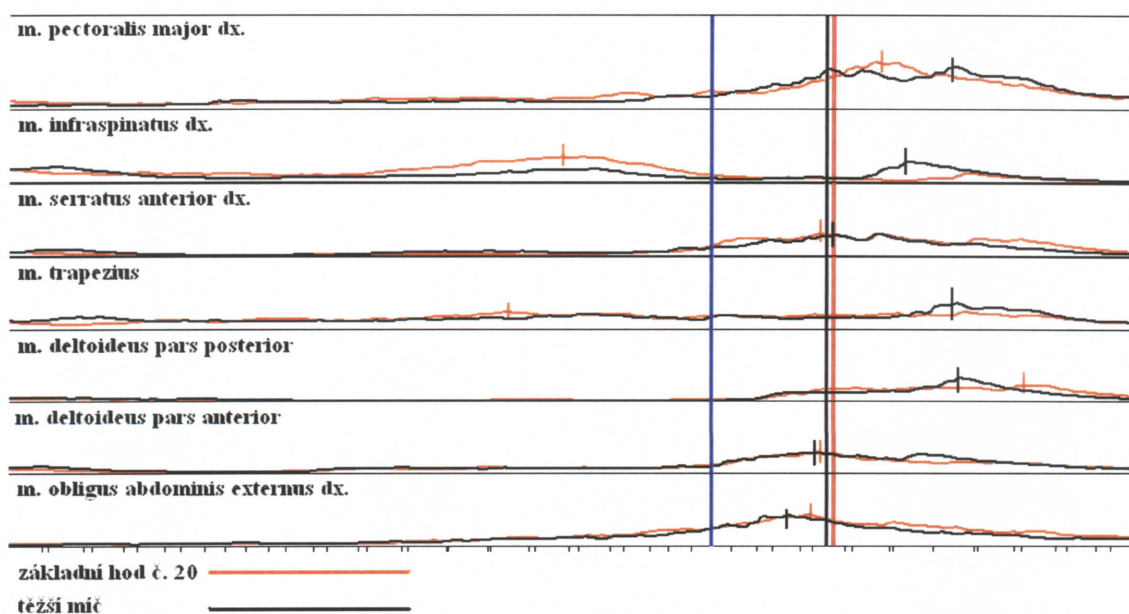
#### Popis grafu:

Na grafu je porovnáván základní hod č.20 a hod s těžším míčkem. Při hodu s těžším míčkem je nutné uvést skutečnost, že přesnost umístění míčku byla velmi



nepřesná a pocit zkoumaného probanda byl oproti jiným specifickým cvičením nevyhovující, tyto skutečnosti však nejsou při analýze grafu zřejmé. Je třeba zmínit, že u toto specifického cvičení byl použit těžší míček, jehož váha je třikrát větší, nežli je u obyčejného hracího míčku. Tato skutečnost se projevila v celkové době průběhu hodu, která je uvedena v tabulce č.11 a z níž plyne, že hod č.20 je v celkovém průběhu pohybu a hlavně ve fázi přípravné rychlejší oproti ostatním fázím, které jsou naopak u hodu s těžším míčkem vzhledem k většímu vyvinutému úsilí v přípravné fázi kratší. Na grafu je vidět, že průběh obou hodů je téměř totožný a míra napětí ve svalectech se oproti základnímu hodu nepatrně zvýšila. Důležitým faktorem při posuzování adekvátnosti tohoto, ale i ostatních specifických cvičení je především porovnání výskytu lokálních maxim u vybraných svalů. Ty se až na jeden sval (m. trapezius) nacházejí vždy v těsné blízkosti lokálního maxima, ve stejné fázi pohybu (v prvních dvou fázích pohybu, kdy je těžší míč stále ještě v hlavě lakrosové hole a cvičenec musí pracovat proti jeho odporu) a vyšší mírou svalového napětí nežli u základního hodu č.20. Z těchto skutečností se dá tedy říci, že toto specifické cvičení je vhodné pro nácvik lakrosového hodu a do určité míry svaly posiluje a zvyšuje jeho rychlost.

#### Srovnání základního hodu č. 20 a těžší násady



Obr.29: EMG záznam základního hodu č.20 a těžší násady



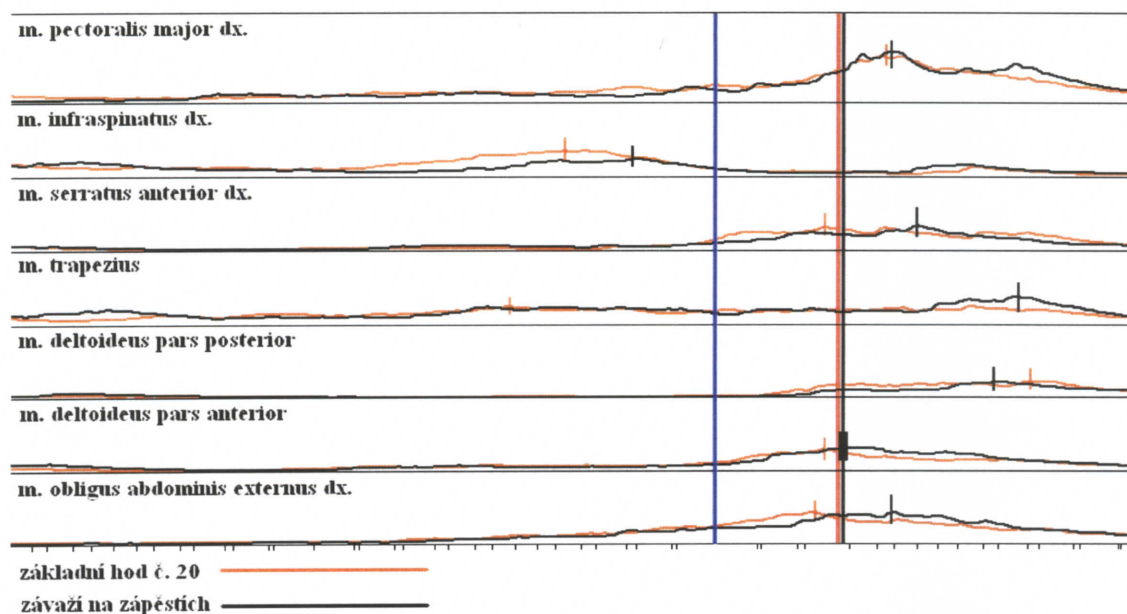
HOD	délka celého hodu	délka přípravné fáze (s)	délka výkonové fáze (s)	délka dokončovací fáze (s)
zákl. hod č.20	1,280	0,800	0,140	0,340
těžší násada	1,400	0,875	0,135	0,390

*Tabulka č.12*

### **Popis grafu:**

Na grafu je porovnáván základní hody č.20 a hod s těžší násadou. U toto specifického cvičení byl použit jemný písek, kterým byla vysypána násada lakrosové hole. Jeho váha byla 500g. Celková doba průběhu pohybu a jednotlivých fází u obou hodů, které jsou uvedeny v tabulce č.12 poukazuje opět na fakt, že specifické cvičení je v podobě břemene, které musí hráč překonávat. Tím se prodloužila celková délka pohybu i délka přípravné fáze než je tomu u základního hodu č.20. Zajímavé je prodloužení doby trvání dokončovací fáze u specifického cvičení, která je dána zřejmě nutností přibrzdit rozpohybované břemeno. Na grafu je vidět, že průběh obou hodů je téměř totožný, ovšem míra napětí ve svalech se oproti základnímu hodu moc nezvýšila. Dalším důležitým faktorem je porovnání výskytu lokálních maxim u vybraných svalů. Ty se až na tři svaly (m. infraspinatus anterior dx., m. serratus anterior dx. a m. trapezius) nacházejí vždy v těsné blízkosti lokálního maxima, ve stejné fázi a vyšší mírou svalového napětí nežli u základního hodu č.20. Z těchto skutečností se dá tedy říci, že toto specifické cvičení je méně vhodné pro nácvik lakrosového hodu.

### Srovnání základního hodu č. 20 a závaží na zápěstích



Obr.30: EMG záznam základního hodu č.20 a závaží na zápěstích

HOD	délka celého hodu	délka přípravné fáze (s)	délka výkonové fáze (s)	délka dokončovací fáze (s)
zákl. hod č.20	1,280	0,800	0,140	0,340
závaží na zápěstích	1,420	0,895	0,160	0,365

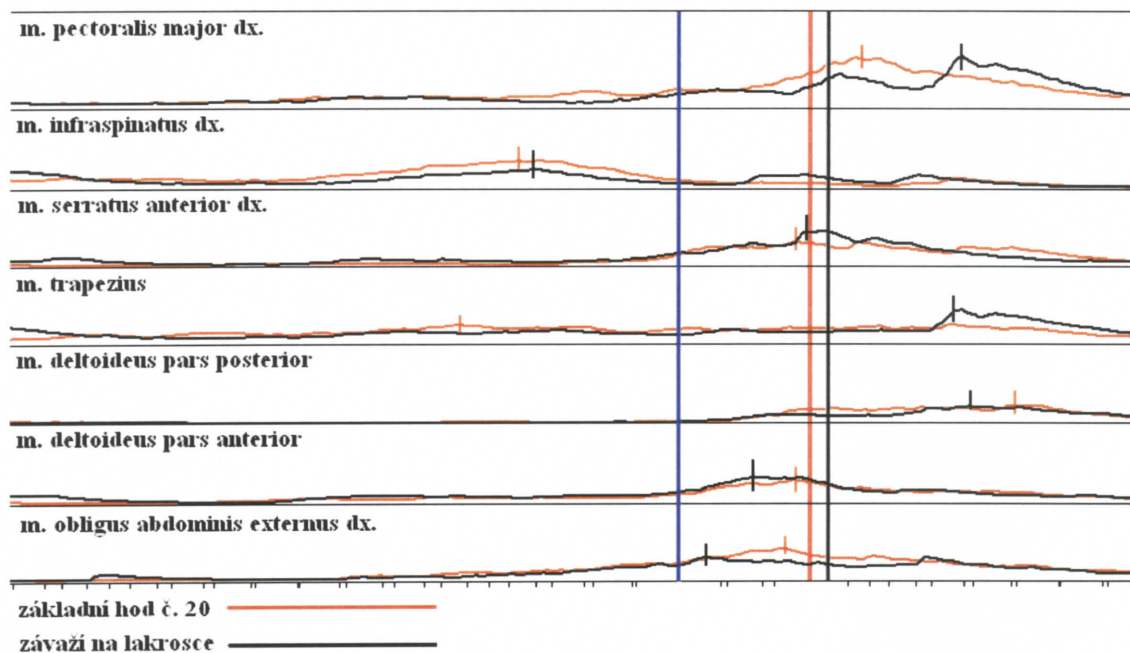
Tabulka č.13

### Popis grafu:

Na grafu je porovnáván základní hod č.20 a hod se závažím na zápěstích. Při tomto specifickém cvičení byly použity speciální posilovací závaží na zápěstí o váze 1kg na každé zápěstí. V tabulce č.13 je znázorněna celková doba průběhu pohybu a jednotlivých fází u obou hodů. U toto specifického cvičení jsou všechny ukazatele vyšší, nežli je tomu u základního hodu č.20, což se výrazně projeví i u podrobnějšího prozkoumání grafu. Na grafu je vidět, že průběh obou hodů je sice téměř totožný a míra napětí ve svalech se oproti základnímu hodu sice trošičku zvýšila, ale při porovnání výskytu lokálních maxim u vybraných svalů se tři svaly (m. serratus anterior dx., m. trapezius a m. obliquus abdominis externus dx.) nenacházejí vždy v těsné blízkosti

lokálního maxima, ve stejné fázi a vyšší mírou svalového napětí nežli u základního hodu č.20. Z těchto skutečností se dá tedy říci, že toto specifické cvičení je méně vhodné pro nácvik lakrosového hodu.

#### Srovnání základního hodu č. 20 a závaží na lakrosce



Obr.31: EMG záznam základního hodu č.20 a závaží na lakrosce

HOD	délka celého hodu	délka přípravné fáze (s)	délka výkonové fáze (s)	délka dokončovací fáze(s)
zákl. hod č.20	1,280	0,800	0,140	0,340
závaží na lakrosce	1,440	0,800	0,180	0,460

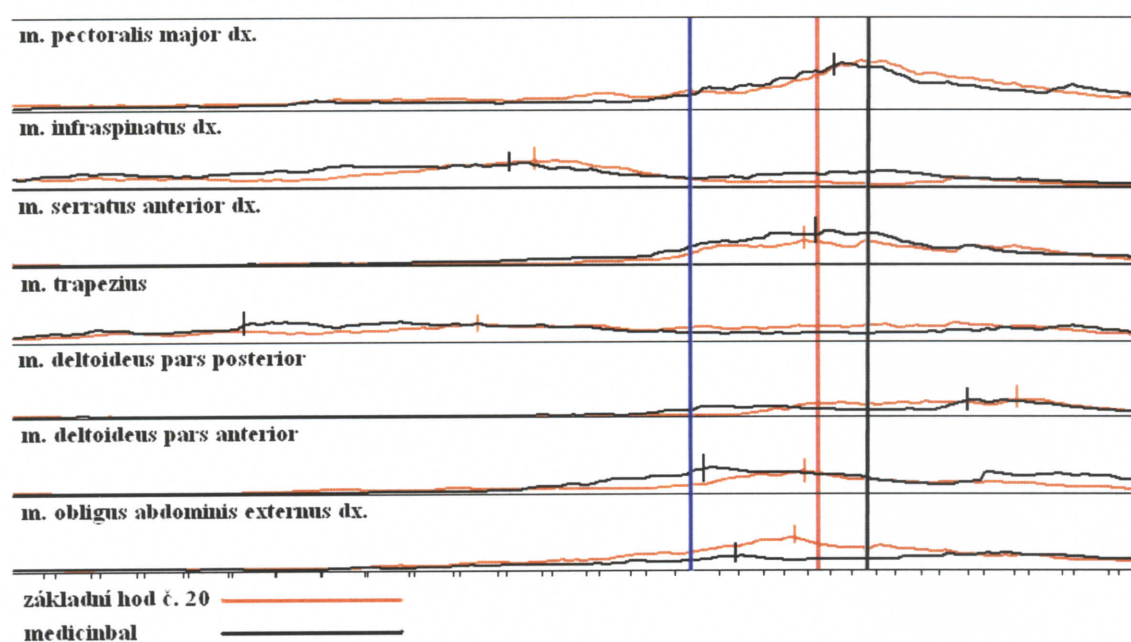
Tabulka č.14

#### Popis grafu:

Na grafu je porovnáván základní hod č.20 a hod se závažím na hlavě lakrosové hole. Při tomto specifickém cvičení bylo použito speciální závaží od lakrosového výrobce o váze 700g. V tabulce č.14 je znázorněna celková doba průběhu pohybu a

jednotlivých fází u obou hodů. U toto specifického cvičení je zajímavé, že oproti ostatním specifickým cvičením má přípravnou fázi stejně dlouhou jako samotný základní hod č.20. U ostatních ukazatelů je již hodnota vyšší. Při podrobnějším prozkoumání grafu je průběh obou hodů téměř totožný a míra napětí u některých svalů se oproti základnímu hodu trochu zvýšila. Co se týče porovnání výskytu lokálních maxim u vybraných svalů, tak ty se až na jeden sval (m. trapezius) nacházejí vždy v těsné blízkosti lokálního maxima, ve stejné fázi pohybu a vyšší mírou svalového napětí nežli u základního hodu č.20. Z těchto skutečností se dá tedy říci, že toto specifické cvičení je dostatečně vhodné pro nácvik lakrosového hodu.

#### Srovnání základního hodu č. 20 a medicinbalu



Obr.32: EMG záznam základního hodu č.20 a medicinbalu

HOD	délka celého hodu (s)	délka přípravné fáze (s)	délka výkonové fáze (s)	délka dokončovací fáze (s)
zákl. hod č.20	1,280	0,800	0,140	0,340
medicinbal	1,340	0,765	0,205	0,370

Tabulka č.15



## Popis grafu:

Na grafu je porovnáván základní hod č.20 a hod medicinbalem. Při tomto specifickém cvičení byl použit medicinbal o váze 4kg. Toto cvičení je tedy oproti ostatním specifickým cvičením bez lakrosové hole. Cílem probanda bylo odhodit medicinbal pokud možno stejnou technikou, jako při základním hodu. Je tedy zřejmé, že technika a naměřené údaje se mohou lišit. Následující porovnání tyto hypotézy ale překvapivě vyvracejí. V tabulce č.15 je znázorněna celková doba průběhu pohybu a jednotlivých fází u obou hodů. U tohoto specifického cvičení bylo rozpoznání jednotlivých fází pohybu velmi obtížné a tak jsou časové údaje poněkud zkreslující. Budu se tedy věnovat pouze svalovému napětí a lokálním maximům. Při podrobnějším prozkoumání grafu je průběh obou hodů téměř totožný. Míra napětí se u většiny svalů oproti základnímu výrazně nezvýšila. Co se týče porovnání výskytu lokálních maxim u vybraných svalů, tak ty se až na dva svaly (m. pectoralis major dx. a m. trapezius) nacházejí vždy v těsné blízkosti lokálního maxima, ve stejné fázi pohybu a vyšší mírou svalového napětí nežli u základního hodu č.20. Z těchto skutečností se dá tedy říci, že toto specifické cvičení je vhodné pro nácvik lakrosového hodu.

## 6.2. Přehled výskytu lokálních maxim

vybrané svaly	LH č.20	TM	TN	ZZ	ZL	M	celkem
m. pectoralis major dx.	3	3	3	3	3	2	1
m. infraspinatus dx.	1	1	3	1	1	1	1
m. serratus anterior dx.	2	2	3	3	2	2	4
m. trapezius	1	3	3	3	3	1	6
m. deltoideus pars posterior	3	3	3	3	3	3	0
m. deltoideus pars anterior	2	2	2	2	2	2	0
m. obliquus abdominis externus dx	2	2	2	3	2	2	2
<b>celkem</b>		1	3	3	1	1	

Tabulka č.16: Přehled výskytu lokálních maxim u vybraných svalů v jednotlivých fázích pohybu a porovnání všech specifických cvičení se základním hodem č.20.

Tabulka č. 16 znázorňuje výše uvedené skutečnosti vysledované v této práci. Červeně jsou zvýrazněné odlišnosti ve výskytu lokálního maxima u specifických

cvičení oproti vybranému základnímu hodu č.20. Nejvíce rozdílná se jeví cvičení těžší násada a závaží na zápěstí, která se lišila zapojením u tří svalů. Zajímavostí je odlišnost výskytu lokálního maxima u svalu m. trapezius při specifických cvičení oproti základnímu hodu a to celkem u čtyř z pěti cvičeních.

### 6.3. Přehled korelace mezi ZH č.20 a specifickými cvičeními

vybrané svaly	ZH č.20				
	TM	TN	ZZ	ZL	M
<b>m. pectoralis major dx.</b>	0,846979	0,939565	0,903297	0,903297	0,966455
<b>m. infraspinatus dx.</b>	0,867551	0,897703	0,962226	0,962226	0,930733
<b>m. serratus anterior dx.</b>	0,774339	0,924502	0,896447	0,896447	0,939738
<b>m. trapezius</b>	0,920387	0,964571	0,968312	0,968312	0,968731
<b>m. deltoideus pars posterior</b>	0,946671	0,959854	0,939582	0,939582	0,969982
<b>m. deltoideus pars anterior</b>	0,908017	0,946182	0,957019	0,957019	0,908314
<b>m. obliquus abdominis externus dx.</b>	0,948137	0,976832	0,963741	0,963741	0,950095

Tabulka č.17: Přehled korelace mezi ZH č.20 a specifickými cvičeními.

Důležitým faktorem při porovnávání vzájemného vztahu určitých veličin či znaků (v našem případě porovnávání podobnosti struktury zapojovaných svalů základního hodu č.20 s vybranými specifickými cvičeními) je statistická metoda korelace. Korelační koeficient může nabývat hodnot od  $-1$  až po  $+1$ , kdy hodnota korelačního koeficientu  $-1$  značí zcela nepřímou závislost, tedy čím více se zvětší hodnoty v první skupině znaků, tím více se zmenší hodnoty v druhé skupině znaků. Hodnota korelačního koeficientu  $+1$  značí zcela přímou závislost.

V tabulce č.17 jsou znázorněné korelace základního hodu č.20 se specifickými cvičeními. Z těchto výsledků vyplývá, že existuje závislost mezi porovnávanými veličinami. Na základě této korelační analýzy lze usuzovat, že specifická cvičení jsou tedy pro nácvik lakrosového hodu vhodná.

---

## 7. ZÁVĚR

---

Po srovnání EMG záznamů mezi vybranými základními hody a specifickými cvičeními s EMG záznamem lakrosového hodu provedeného jako poslední v pořadí, jsem došel k následujícím závěrům:

1. Technika hodu měřeného hráče je se zvyšujícím se počtem opakování stabilnější, nežli u prvních provedení.
2. U některých specifických cvičeních jako byla těžší násada nebo medicinbal se svaly nezapojovaly vyšším svalovým napětím nežli tomu bylo u lakrosového hodu. Pro obecné posílení některých svalů zajišťujících hody s vrchním vzorcem bych preferoval spíše zbylá specifická cvičení a to především hody se závažím na hlavě lakrosové hole a hody s těžším míčkem.
3. Specifická cvičení jako je těžší násada, nebo závaží na zápěstích měli oproti ostatním cvičením nejvíce rozdílnou strukturu zapojení svalů nežli tomu bylo u lakrosového hodu. Rozdíly nebyly však tak výrazné, aby občasným zařazováním tohoto cviku v tréninku mohlo dojít k narušení svalové koordinace hráče při hodu, což bylo prokázáno i ve výsledcích korelace. Při tréninku lakrosového hodu, bych tedy tyto cvičení doporučil jako vhodná speciální koordinačně-posilovací cvičení.

---

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:

---

1. BOROVSANÝ, L. *Anatomie, soustava svalová*. Praha : Triton, 1993.
2. ČELIKOVSKÝ, S. *Antropomotorika*. Praha : SPN, 1979.
3. DOBRÝ, L., SEMIGINOVSKÝ, B. *Sportovní hry, výkon a trénink*. Praha : Karolinum, 1998.
4. DOVALIL, J. A KOL. *Výkon a trénink ve sportu*. Praha : Olympia, 2002.
5. DUFEK, J. *Elektromiografie*. Brno : T.D.V. Dilhof, 1995.
6. DYLEVSKÝ, I. *Obecná kineziologie*. Praha : Grada, 2007.
7. GRIM, M., DRUGA, R. *Základy anatomie, 1.obecná anatomie a pohybový systém*. Univerzita Karlova v Praze, 2001.
8. HEINRICHS, K., WIRTZ, A. *Kinematic comparison between the overhand, ¾, and sidearm larcosse shots*. VIII World Congress of Performance Analysis of Sport, Deutschland, 2008.
9. HINKSON, J. *Lacrosse For Dummies*. Sons Canada, 2003.
10. JANURA, M., ZAHÁLKA, F. *Kinematická analýza pohybu člověka*. 1.vyd. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2004.
11. LIEBICH, T. *Coach lacrosse - Teaching the Fundamentals*. Vancouver : B.C.L.A, 1981.
12. MAKÁSEK, I. A KOL. *Lakros*. Dobřichovice : UPO, 2000.
13. MARIEB, E., N., MALLATT, J. *Anatomie lidského těla*. Brno : CP Books, 2005.
14. MĚKOTA, K., NOVOSAD, J. *Motorické schopnosti*. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2005.
15. NOVÁČEK, J. A KOL. *Stručná metodika interkrosu*. Praha : Český svaz interkrosu, 2007.
16. NOVÁK, A. *Biomechanika tělesných cvičení*. Praha : SPN, 1970.
17. RODOVÁ, D., MAYER, M., JANURA, M. *Současné možnosti využití povrchové elektromyografie*. Rehabilitace, fyziologie, lékařství. 2001.
18. SCHMIDT, R., CRAIG, W. *Motor learning and performance. From principles to practice*. Champaign : Human Kinetics, 1991.



19. TÁBORSKÝ, F. *Sportovní hry – sporty známé i neznámé*. Praha : Grada, 2004.
20. TRAVELL, J. G., SIMONS, D. G. *Myofascial Pain and Dysfunction: the triggerpoint manual*. Vol. 2. Baltimore, Williams & Wilkins, 1999.
21. URICK, D., *Lacrosse, fundamentals for winning*, NY : Sport illustrated, 1988.
22. VÉLE, F. *Kineziologie*. 2. vyd. Praha : Triton, 2006.
23. LAX HISTORY : Dostupné na : <http://www.laxhistory.com/> 23.1.2009
24. INSIDE LACROSSE : vol. 11 - issue 11 - December 2007