

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU



Analýza hodu vrchním obloukem v baseballu

Bakalářská práce

Vedoucí diplomové práce:

Doc. PhDr. Vladimír Süß, Ph.D.

Vypracoval:

Michal Zelený

Praha, srpen 2010

Abstrakt

- **Název:** Analýza hodů vrchním obloukem v baseballu
- **Cíle práce:** popsat práci svalů během hodů vrchním obloukem a hodů s ručníkem pomocí povrchové elektromyografie, porovnat klasický hod s míčem s hodem s ručníkem a zjistit, zda je práce svalů stabilní.
- **Metoda:** povrchová EMG analýza
- **Výsledky:** na základě analýzy výsledků můžeme říci, že práce svalů je stabilní.
- **Klíčová slova:** baseball, povrchová elektromyografie, hod vrchním obloukem

Abstract

- **Title:** Analysis of overhead throw in baseball
- **Objectives:** describe the work of muscles during the overhead throw and the towel drill using surface elektromyography, compare the overhead throw and the towel drill and find out, if the work of muscles is stable.
- **Methods:** surface elektromyography
- **Results:** on the basis of results analysis we can say, that the work of muscles is stable.
- **Keywords:** baseball, surface elektromyography, overhead throw,

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně a uvedl v ní veškerou literaturu a ostatní zdroje, které jsem použil.

V Praze, dne

.....

podpis

Evidenční list

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

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Obsah

| | |
|--|----|
| 1. Úvod..... | 6 |
| 2. Teoretická část..... | 7 |
| 2.1 Charakteristika baseballu..... | 7 |
| 2.1.1 Zařazení baseballu | 7 |
| 2.1.2 Stručná pravidla baseballu | 7 |
| 2.1.3 Zatížení v baseballu | 8 |
| 2.1.4 Zvláštnosti baseballu..... | 8 |
| 2.1.5 Základní činnosti v baseballu..... | 8 |
| 2.2 Hod | 10 |
| 2.2.1 Obecná charakteristika hodů v baseballu..... | 10 |
| 2.2.2 Technika a styl | 10 |
| 2.2.3 Druhy hodů | 11 |
| 2.2.4 Hod jednoruč vrchním obloukem | 13 |
| 2.3 Kineziologie..... | 16 |
| 2.3.1 Obecná charakteristika kineziologie..... | 16 |
| 2.3.2 Pohybový systém | 16 |
| 2.3.3 Kineziologie hodů..... | 19 |
| 2.4 Svaly důležité pro hod | 19 |
| 2.5 Metody výzkumu hybné soustavy | 27 |
| 3. Cíle a úkoly | 28 |
| 3.1 Cíle..... | 28 |
| 3.2 Úkoly | 28 |
| 4. Metodologie | 29 |
| 4.1 Charakter výzkumu..... | 29 |
| 4.2 Charakteristika sledované osoby | 29 |
| 4.3 Metody analýzy | 29 |
| 5. Interpretace výsledků | 31 |
| 5.1 Vyhodnocení hodů vrchním obloukem | 31 |
| 5.2 Vyhodnocení hodů s ručníkem | 38 |
| 6. Závěr..... | 45 |
| Seznam použité literatury..... | 47 |

1. Úvod

V této bakalářské práci se vám pokusíme přiblížit jednu ze základních a nejdůležitějších činností baseballu. Jak je již zřejmé z názvu práce, bude se jednat o házení. Přesněji o vrchní hod obloukem. Toto téma jsem si vybral proto, že sám hraji baseball již více než deset let a tato problematika je mi blízká. Důležité také je, že jde o zcela základní činnost, bez které se baseball prakticky nedá provozovat. Pokud nejsou hráči schopni míč dostatečně přesně a rychle hodit, pak hra zcela ztrácí svůj smysl a stává se pro aktéry nezáživnou.

Tato práce je zaměřena na samotný hod jak z teoretické, tak i z praktické stránky. V teoretické části si jej rozčleníme na určité části a popíšeme základní správné provedení. Dále si objasníme princip práce příčně pruhovaných svalů a popíšeme ty nejdůležitější, které se hodu účastní. Na konci si představíme metody, které slouží k výzkumu hybné soustavy a tedy i pohybu samotného.

K hodnocení skutečných hodů použijeme metodu EMG analýzy, která měří akční potenciál vybraných svalů. Jednotlivé pokusy budou zaznamenány také na videokameru. Budeme se snažit zjistit, jak jednotlivé měřené svaly při hodu pracují a také to, zda během jednotlivých pokusů pracují stejně. Nakonec si srovnáme klasický hod jednoruč vrchním obloukem s průpravným cvičením – hod s ručníkem, abychom zjistili, jak je toto cvičení podobné klasickému hodu a v čem se liší.

2. Teoretická část

2.1 Charakteristika baseballu

2.1.1 Zařazení baseballu

V této části zařadíme baseball v rámci sportovních her. Řadí se mezi týmové sportovní hry (Táborský a kol., 2007). Nezáleží tedy pouze na individuálních dovednostech daného jedince, ale i na souhře a výkonnosti celého mužstva. Dále patří baseball do skupiny neinvazivních sportovních her (Táborský a kol., 2007). To znamená, že družstva se o společný předmět (míč) pravidelně střídají. Poslední třída, do které můžeme baseball zařadit, jsou sportovní hry pálkovacího typu. V této skupině sportovních her je družstvo, které drží společný předmět, vždy v obraně a druhé mužstvo se snaží pomocí přeběhu met získat body (Táborský a kol., 2007).

2.1.2 Stručná pravidla baseballu

Baseball řadíme do skupiny pálkovacích her (Táborský a kol., 2007). Pokud tedy družstvo má v držení míč, je v obraně v plném počtu devíti hráčů. Soupeř naproti tomu nastupuje na pálku po jednotlivcích.

Pálkaři se snaží odpálit míč nadhozený nadhazovačem protivníkového družstva co nejlépe, tak aby byli schopni oběhnout co nejvíce met. Pálkař začíná odpalovat na domácí metě, a pokud dokáže oběhnout další tři zbylé mety a doběhnout zpět na domácí metu, získává útočící družstvo jeden bod. Hráči v obraně se snaží pálkaře vyautovat. To je možno udělat čtyřmi základními způsoby. Hráči mohou chytit odpálený míč přímo ze vzduchu, přihodit míč na metu dříve než tam pálkař doběhne, dotknout se hráče míčem mimo metu, neodpálením třetího dobrého míče pálkařem (Süss, 2003).

Aby se bránící hráči dostali na pálku, musejí dosáhnout tří autů. Jedné výměně z obrany do útoku se říká směna. Baseball se hraje na devět směn. Pokud je po devíti směnách stav nerozhodný, pokračuje se tak dlouho, dokud jeden tým po celé skončené směně nemá alespoň o bod více.

2.1.3 Zatížení v baseballu

Zatížení v baseballu je specifické tím, že se střídají úseky s maximální intenzitou s úseky, které jsou podprůměrné. Intenzita zatížení je také dána tím, na jaké pozici hráč hraje. Maximální intenzity je dosahováno většinou nejdéle po dobu deseti sekund. Proto je tedy zatížení intervalového charakteru (Táborský a kol., 2007).

Jelikož vysoké zatížení v baseballu trvá většinou velice krátce a jeho intenzita je maximální, je energie nutná pro tuto činnost z většiny hrazena takzvaným anaerobním alaktátovým systémem ATP – CP (Dovalil a kol., 2009). To znamená, že energii poskytují energeticky bohaté látky adenosintrifosfát a kreatinfosfát. Tento systém je schopen pracovat po dobu maximálně patnácti sekund, což je však pro baseball, jak jsme si již řekli, dostatečné (Dovalil a kol., 2009). V baseballu se tedy střídají krátké úseky maximálního zatížení, využívající anaerobní způsob výroby energie s delšími úseky nízké intenzity, které využívají systému aerobního.

2.1.4 Zvláštnosti baseballu

Baseball patří mezi týmové sportovní hry. Jsou zde však jisté odlišnosti od klasických sportovních her, jako je fotbal či hokej. V baseballu je kladen mnohem větší důraz na individuální dovednosti jednotlivce (Süss, 2003). Nejvíce můžeme tuto skutečnost pozorovat na pozici nadhazovače. Je to ústřední postava týmu. Sám nadhazovač může být schopen ovlivnit průběh celého utkání. Další velice individuální činností je odpalování. Pokud je pálkař zrovna na pálce, musí se spolehnout pouze na své vlastní dovednosti a schopnosti. I přes možnou individuální dokonalost žádný hráč není schopen sám dovést tým k vítězství bez pomoci ostatních (Süss, 2003).

Další zvláštností je nerovnoměrné zatížení hráčů stejného týmu během utkání především v obranné části. Zatímco nadhazovač je prakticky pořád fyzicky velice aktivní, jiní hráči v obraně (například někteří hráči zadního pole) mohou během celého zápasu zahrát pouze jediný míč. Potom je samozřejmě velice náročné udržet pozornost během celého zápasu tak, aby výkon během jediné náročné situace byl maximální.

2.1.5 Základní činnosti v baseballu

V baseballu se pravidelně střídá obranná část s částí útočnou. Existují tři základní činnosti, které musí každý jednotlivý baseballista zvládnout. V obraně to jsou chycení míče a

jeho následný hod, v útoku je to potom schopnost odpálit míč. Jsou to činnosti, které nazýváme herní činnosti jednotlivce (Táborský a kol., 2007). Tyto tři základní činnosti můžeme podle stejné literatury dále dělit.

V obraně můžeme rozdělit herní činnosti jednotlivce na dvě kategorie:

- 1. Obranné činnosti jednotlivce s míčem:** chycení odpalu po zemi, chycení odpalu v letu, příhoz, chycení příhozu
- 2. Obranné činnosti jednotlivce bez míče:** výběr postavení v poli, zabíhání

V útoku máme také dvě kategorie činností:

- 1. Útočné činnosti jednotlivce spojené s činností pálkaře:** odpal, sebeobětovací ulejkva, útočná ulejkva, clonění, běh na první metu
- 2. Útočné činnosti jednotlivce spojené s činností běžce:** běh na další metu, zakončení na metě, vyběhnutí a návrat na metu

2.2 Hod

2.2.1 Obecná charakteristika hodů v baseballu

Příhoz neboli hod můžeme zařadit do skupiny herních činností jednotlivce s míčem. V baseballové praxi se nejčastěji používá termínu házení pro všechny druhy hodů. Házení je zcela základní dovedností, kterou musejí baseballisté ovládat. Proto je tato činnost nacvičována hned od prvních tréninků.

Mohlo by se zdát, že házení je pro hru v obraně jediná podstatná činnost. Tak tomu samozřejmě není, stejně důležité jako samotné házení je chytání. Podle Kindalla (2000) pokud hráč není schopen chytit míč, nemůže následovat ani žádná rozehra. Obě činnosti spolu úzce souvisejí a jejich zvládnutí musí být na prvním místě. Není možné nacvičovat žádné složitější herní situace v obraně, pokud nejsou tyto činnosti správně zvládnuty (Kindall, 2000).

Baseballový hod je komplexní záležitostí, na které se podílí jak fyzická, tak i psychická vyspělost jedince. Nejvíce zatěžovanou částí těla je ramenní a loketní kloub. Nejvíce zatíženým postem, co se hodů týče, je určitě nadhazovač. To ovšem neznamená, že péči si zaslouží pouze paže nadhazovačů. I ostatní hráči podle Colemana (2000) potřebují stejnou péči jako nadhazovači. Je to způsobeno tím, že hráči jsou nuceni házet v různých situacích, a proto je švih paže prováděn v různých úhlech a polohách, což je pro tělo větší zátěž než při standardních podmínkách.

Mohlo by se zdát, že hod v baseballu je záležitostí převážně paže. Rozhodně tomu tak ale není. Stačí například pouze špatné postavení nohou a i při správném provedení samotného pohybu paží, neletí míč do určeného místa.

2.2.2 Technika a styl

Pojmy technika, styl nebo dovednost se v baseballu užívají často. Ne vždy jsou však používány správně, a proto si je nyní stručně vysvětlíme. Sportovní dovednost podle Dovalila (2009) je předpoklad řešit správně, rychle, úsporně a efektivně danou činnost. Není vrozená ale získaná učením. Dovednosti tedy nemáme od narození, ale musíme se je naučit a postupně zlepšovat během tréninku. S pojmem dovednost úzce souvisí pojem technika. Techniku můžeme chápat jako způsob provedení dané dovednosti (Dovalil, 2009). Máme dva základní druhy techniky vnější a vnitřní.

Pojem vnější technika označuje organizovaný sled pohybů a operací, které vedou k danému cíli (Dovalil, 2009). Pod tímto pojmem si tedy můžeme představit vnější, pozorovatelný pohybový projev. Zahrnuje jak stránku kvantitativní, tak i kvalitativní. Nejde tedy pouze o jednotlivé části pohybu, ale i o jejich navázání, propojení, plynulosti či rytmus. Vnější techniku lze poměrně snadno zaznamenat, kdy měříme rychlost, zrychlení, směr, dráhu pohybu atd.. Pro záznam tedy slouží různé kinematické analýzy, kinogramy, schémata atd. (Dovalil, 2009).

Jako vnitřní techniku označujeme neurofyziologické základy sportovní činnosti. Jde o pohybové vzorce a programy, které vyvolávají systém kontrakcí a relaxací jednotlivých svalů nebo celých svalových skupin. Obory zabývající se touto problematikou jsou biomechanika a neurofyziologie. Metody používané pro záznam jsou dynamografie a elektromyografie, kterou jsme použili v empirické části této práce (Dovalil, 2009).

S pojmem technika se často zaměňuje pojem styl. Technika je způsob řešení určitého pohybového úkolu při dodržení pravidel, biomechanických zákonitostí a možností sportovce (Dovalil, 2009). Jako styl označujeme individuální zvláštnosti dané techniky u jednotlivých sportovců (Dovalil, 2009).

2.2.3 Druhy hodů

Hod samotný má několik způsobů provedení. To, který si hráč zvolí, závisí vždy na konkrétní situaci, ve které se hráč nachází. Všechny druhy hodů však vychází ze základního typu hodu, kterým je hod vrchním obloukem (Süss, 2003). Proto i tato práce je zaměřena pává na tento typ hodu. Hod vrchním obloukem je zcela zásadní pro všechny ostatní druhy hodu a jeho správné zvládnutí je nutným základem, bez kterého není možné správně provádět ostatní druhy hodů. Mezi další patří hod stranou, hod spodním obloukem, hod v kleku, hod pod rukou, bekhend flip, hod zápěstím (Süss, 2003).

Stručná charakteristika jednotlivých hodů podle Süsse (2003) a jejich použití.

Hodu vrchním obloukem se budeme věnovat podrobněji, a proto ho tedy teď vynecháme.

Hod stranou

Tento druh hodů používají především vnitřní polaři. Jeho výhodou je kratší doba nutná pro náprah, a proto je využíván hlavně v situacích kdy, má hráč málo času. Hod se využívá na

střední vzdálenost. Jeho nevýhodou je, že pokud je míč vypuštěn v nesprávnou chvíli, může se odchýlit v horizontální rovině. Takto odchýlený míč je pro chytajícího polaře velice těžké chytit.

Hod spodním obloukem

Provedení tohoto hodu je možné pouze na velice krátkou vzdálenost maximálně čtyř metrů. Využívá se ho také v časové tísni. Chybí zde téměř zcela náprah, a tak je provedení hodu časově velice nenáročné. Hráč si musí dát pozor na to, aby na konci hodu nezapojoval zápěstí. Pokud tak učiní, může míč letět vzhůru místo ke spoluhráči.

Hod v kleku

Využití tohoto způsobu je typické pouze pro hráče na druhé metě nebo na spojce. Hod je využíván na vzdálenost kolem šesti metrů. Výhodou je velice krátký náprah a tedy i čas potřebný k odhodu. Nejčastěji se provádí jako první příhoz při dvojautu. Hod v kleku následuje vždy po chycení míče po zemi a následném odhodu vpravo nebo vlevo. Směr odhodu by měl být kolmý na směr odpalu.

Hod pod rukou

Také tento hod následuje po chycení míče po zemi. Chytající hráč je v relativně vyšším postoji a stejně jak při hodu z kleku přihazuje kolmo na směr odpalu, avšak v tomto případě pouze vlevo. Vzdálenost pro použití tohoto hodu je podobná jako u hodu v kleku, a proto je taky používán pouze ve vnitřním poli.

Bekhend flip

Využití je stejné jako u hodu pod rukou s tím rozdílem, že příhoz bude směřovat vpravo. I tento hod je používán pouze na krátkou vzdálenost při časové tísni.

Hod zápěstím

I tento druh hodu je používán na krátkou vzdálenost. Využíváme jej při zvláštních situacích, jako je například chytání běžce mezi metami. Hráč běží s míčem v ruce, která je v poloze zkráceného náprahu hodu vrchním obloukem. Při samotném hodu se zapojuje předloktí a zápěstí. Není zde důležitá rychlost hodu ale hlavně jeho přesnost a dobré načasování.

K hodu samotnému neodmyslitelně patří i zpracování míče. Ne pouze rychlost hodu samotného, ale schopnost dopravit míč na určené místo v nejkratším čase, je opravdu důležitá (Süss, 2003). Pokud je zpracování dostatečně rychlé, nemusí hod mít obrovskou rychlost, a přesto je útočící hráč snadno vyautován.

2.2.4 Hod jednoruč vrchním obloukem

Stručná charakteristika hodu

Z tohoto hodu se odvozují všechny ostatní druhy hodů. Cílem je dopravit míč na střední a větší vzdálenost co nejrychleji. Při dobrém provedení hodu může nastat chyba ve vertikální rovině, která může být chytajícím polařem snadněji napravena, než chyba v horizontální rovině při jiných druzích hodů.

Jednotlivé fáze hodu

Podle Süsse (2003) rozlišujeme tři fáze provedení hodu. Provedení je pro zjednodušení popisováno pro pravoruké hráče.

1. Výkrok a nápřah

Výkrok následuje po chycení míče přenesením hmotnosti na pravou nohu a se současným chycením míče, který je v rukavici. Následuje vykročení levou nohou směrem, kam chceme hodit. Obě ruce pokračují spolu směrem k pravému rameni, kde se následně rozdělí. Pravá paže se přesouvá do zapažení pokrčmo, kdy je v lokti ohnuta téměř do pravého úhlu. Ruka a zápěstí s míčem směřují na opačnou stranu než je směr hodu. Levá paže ve stejnou chvíli provádí protipohyb do předpažení a směřuje směrem k cíli hodu. Jako kontrolní bod této fáze nám slouží pozice pravého lokte, který musí být výše než pravé rameno.

2. Švih paže (silová fáze)

Tato fáze začíná rotací boků vpřed směrem k cíli. Následuje rotace ramen spolu s pohybem pravé paže. Švihový pohyb paže je veden nejdříve loktem vpřed. V úrovni hlavy následuje švih předloktím, který je zakončen švihem zápěstím. Levá paže vykonává protipohyb, který pomáhá vytvořit rotaci a také slouží k udržení rovnováhy. Švih paže je prováděn v těsné blízkosti hlavy. Hozený míč má zpětnou rotaci.

3. Dokončení hodu

Pravá paže pokračuje po vypuštění míče směrem dolů až k levému kolenu. Boky i ramena postupně zastavují rotaci. Důležité je, aby zastavení pohybu bylo plynulé a ne okamžité, jinak by časem mohlo dojít k poškození svalů.



Obr. 1 Kinogram hodu jednoruč vrchním obloukem

Držení míče

K samotnému hodu neodmyslitelně patří i držení míče. Různé úchopy míče mohou velice změnit jeho výslednou rychlost i trajektorii. Například u baseballových nadhazovačů jsou různé úchopy míče přímo vyžadovány. Nadhazovač je schopen různým uchopením míče házet jednak klasické rovné rychlé míče (fastball) a jednak technické pomalejší nadhozy (changeup, curveball, knuckleball, atd.), které navíc mají často i odlišnou rotaci a dráhu letu. Pro pálkaře je tak mnohem těžší trefit dobře míč. Čím větší rotace je míči udělena prsty, tím větší je jeho vychýlení podle směru dané rotace (Softball, baseball pro trenéry všech tříd, 1987).

V této práci popíši pouze základní držení míče (fastball), které slouží pro většinu hodů v baseballu. Míč uchopíme tak, že ukazovák a prostředníček položíme na míč kolmo přes švy, které připomínají podkovku. Palec dáme na šev přímo pod míčem mezi ukazovákem a prostředníčkem. Ostatní prsty jsou pokrčeny v pěst. Hráči s malou rukou nebo děti mohou držet míč na horním švu místo dvou prstů třemi. Míč by neměl být v ruce křečovitě sevřen, ale držen volně, aby bylo možno provést co největší švih zápěstím (ČBA, 1994, Softball, baseball pro trenéry všech tříd, 1987). Držení míče je velice důležité. I zkušení hráči, jak

uvádí Green (2007), procvičují tuto činnost tak dlouho, než se stane plně automatizovaná. Tak jsou potom schopni bez vědomého přemýšlení i v náročných herních situacích uchopit míč správně.

Hod s ručníkem

Tento druh cvičení jsme použili v empirické části práce. Používá se v baseballu hlavně nadhazovači. Jedná se o nácvik hodu (nejčastěji nadhazovací pohyb), kde místo míče drží hráč v ruce ručník. Od ručníku se odvozuje i americké označení tohoto cvičení – towel drill. Hráč drží smotaný ručník v pŕlce jeho delší hrany. Oba jeho konce visí volně dolů. Ruka drží míč téměř stejně, jako při běžném hodu v baseballu. Hráč potom provede pohyb stejně jako při nadhozu. Ručník není vypuštěn v místě normálního odhodu míče, ale zůstává neustále v ruce i při dokončení švihu. Ručník slouží jako zátěž, aby byl pohyb více podobný reálnému hodu. Toto cvičení slouží především ke zlepšení techniky hodu. Pomocí ručníku lze lépe rozpoznat dobrý nebo špatný pohyb celé paže a také umožňuje velice dobré procvičení švihu zápěstím. Další výhodou je, že toto cvičení mohou hráči provádět sami a nepotřebují k tomu ani velký prostor.

2.3 Kineziologie

2.3.1 Obecná charakteristika kineziologie

Kineziologie je vědní obor zabývající se pohybem. Kineziologie řeší pohyb, kdy živé objekty řídí pohyby účelově podle svých potřeb a vnějších podmínek (Véle, 1995). Základní dva pojmy, které nemůžeme opomenout, jsou klid a pohyb. Klid vyjadřuje stav, kdy živočich nemění místo, tvar, nepůsobí na něj žádné vnější a vnitřní síly, nebo působí síly, které se samy vyruší. Naproti tomu pohyb je děj, při kterém probíhá změna polohy celého těla nebo jeho částí v daném čase a prostoru (Véle, 1995).

Pohyb člověka nebo jiného živočicha se od pohybu neživé hmoty liší ve dvou významných věcech. První je to, že živé objekty mají vlastní vnitřní zdroj síly (Véle, 2006). To znamená, že i bez působení vnější síly je možný pohyb. Druhou odlišností je, že živé objekty řídí svůj pohyb účelově, pro dosažení určitého cíle (Véle, 2006). Základem pro řízení pohybu u lidí a živočichů je nervová soustava. Ta reaguje na podněty z vnitřního, tak i z vnějšího prostředí a v reakci na ně vyšle příslušný signál (Véle, 2006).

Pohyb je pro člověka velice důležitý. Pokud člověku chybí dostatek pohybu, může to mít celou řadu negativních dopadů na celý organismus: například úbytek svalové hmoty, zkrácení vazů, horší pohyblivost v kloubech atd.. Samozřejmě i přetížení organismu, co se pohybu týče, je nebezpečné. V takovémto případě může hrozit poškození kostí, svalů, vazů atd. (Véle, 1995). Pohyb ovlivňuje také psychiku, a tak je velice důležitým faktorem ovlivňujícím celý organismus (Véle, 2005).

2.3.2 Pohybový systém

Pohybový systém lze podle Véleho (2005) rozdělit na čtyři složky: podpůrnou, silovou, řídicí a logistickou. Podpůrnou složku tvoří kosti, klouby, vazy a tvoří pevnou mechanickou oporu pohybu. Silová složka je tvořena svaly, které slouží k přeměně chemické energie na mechanickou. Pod řídicí složku patří nervový aparát a ten řídí pohybové programy v závislosti na měnících se podmínkách. Poslední je složka logistická, která je vlastním metabolismem organismu a udržuje tedy podmínky pro činnost vnitřního prostředí. Jednotlivé složky jsou propojeny a jen společně mohou tedy pohyb realizovat.

Svalová tkáň

Svaly jsou tvořeny buňkami, které mají schopnost měnit svoji délku nebo napětí. V průběhu vývoje se svalová tkáň rozdělila na tři typy svalů - příčně pruhované, srdeční a hladké svalstvo. Asi čtyřicet procent hmotnosti lidského těla tvoří příčně pruhované (kosterní) svalstvo. Je řízeno vůlí člověka. Hladká a srdeční svalovina je řízena autonomně a obě skupiny tvoří dohromady asi deset procent lidské hmotnosti. Dvě důležité vlastnosti, které svaly mají, jsou pevnost a pružnost (Rokyta, 2000).

Jelikož se tato práce zabývá hodem a tedy hlavně kosterním svalstvem, budeme se podrobněji zabývat pouze strukturou příčně pruhovaného svalstva. Příčně pruhované svaly jsou tvořeny svalovými vlákny. Vlákna jsou tvořena z vícejaderných svalových buněk trubcovitého tvaru. Svalové vlákno je ohraničenou sarkolemou, která přechází postupně ve šlachy. Vlastním kontraktilním aparátem jsou myofibrily. Jsou to dlouhá vlákna aktinu a myozinu, která jsou v buňce přítomna ve velkém množství. Aktin a myozin jsou vysoce polymerizované proteiny, které vytváří svojí strukturou příčné pruhování svalu. Tyto dva proteiny jsou odpovědné za kontrakci svalu, ke které používají energii z adenosintrifosfátu (ATP). Kontrakce je vyvolána zasouváním vláken aktinu a myozinu do sebe. Sval je schopen se zkrátit na padesát až sedmdesát procent své klidové délky a roztáhnout až na sto osmdesát procent (Rokyta, 2000).

Vlákna v příčně pruhovaných svalech jsou dvojího typu bílá a červená. Červená vlákna obsahují velké množství bílkoviny vážící kyslík zvané myoglobin. Jak již napovídá název, myoglobin má červenou barvu. Tyto typy vláken jsou bohatě prokrvené a specializují se na aerobní metabolismus. Aerobní metabolismus je sice energeticky výhodnější, ale rychlost stahu je poměrně pomalá. Naproti tomu bílá vlákna obsahují malé množství myoglobinu a jsou méně prokrvená než vlákna červená. Mají však velice bohaté sarkoplazmatické retikulum, které je odpovědné za rychlou reakci. Bílé vlákno využívá anaerobního metabolismu, je tedy rychle stažitelné, potřebuje však velké množství energie a rychle se unaví (Rokyta, 2000).

Většina svalů v těle je tvořena oběma typy vláken. Někdy však mají některá vlákna výraznou převahu. Červená vlákna tvoří větší část například u svalů posturálních a bílá třeba u svalů okohybných. Zastoupení jednotlivých druhů vláken ve svalech je významně ovlivněno dědičností. Sprinter s vysokým obsahem bílých vláken nebude tedy nikdy tak úspěšný v dálkových bězích jako člověk s vysokým počtem vláken červených (Rokyta, 2000).

Řízení svalů

Svaly jsou řízeny pomocí nervového systému. Motorická nervová vlákna řídí sval z předních rohů míšních. Jeden motoneuron inervuje jednu motorickou jednotku, která je tvořena několika svalovými vlákny. Motorická jednotka má různou velikost, tedy inervuje různý počet svalových vláken. Malá motorická jednotka je složena ze tří až osmi vláken. Impulz z motoneuronu je však velice rychle schopen aktivovat celou malou jednotku, která reaguje stahem. Malé motorické jednotky jsou časté u svalů, které pracují rychle a jemně jako drobné svaly ruky nebo okohybné svaly. Naopak velké motorické jednotky obsahují 1500 až 2000 svalových snopců, které řídí jeden motoneuron. Tyto velké jednotky se vyskytují především u svalů, které musí udržovat velké napětí (např. antigravitační svaly). Jednotlivé svaly v těle mají jak velké, tak i malé motorické jednotky. Funkce svalu tedy určuje to, které jednotky budou převládat (Rokyta, 2000).

Kontrakce svalu

Kontrakce neboli zkrácení svalu při podráždění motorické jednotky je aktivní, katabolickou, tedy energii spotřebovávající fází pracovního cyklu. Kontrakce probíhá jako záškub všech svalových vláken dané motorické jednotky ve stejnou chvíli. Vzruch probíhající nervovým vláknem depolarizuje buněčnou membránu svalového vlákna, což se projeví zevně akčním potenciálem motorické jednotky. Tento potenciál lze zaznamenat pomocí elektromyografie a tím evidovat aktivitu motorických jednotek. Když vznikne akční potenciál, membrána motoneuronu se depolarizuje. Motoneuron se musí následně repolarizovat, aby byl schopen vést znovu vzruch. Doba nutná k této depolarizaci je asi 100 milisekund (Véle, 2005).

Dekontrakce svalu

Dekontrakce neboli uvolnění svalu je pasivní fází pracovního cyklu motorické jednotky. Uvolnění nastává po skončení záškubu. Během kontrakce se ve svalu tvoří tzv. „relaxační faktor“, který po dosažení určité hladiny způsobí uvolnění stahu. Tento děj není způsoben elektrickou aktivitou ale chemickou reakcí uvnitř svalových vláken. Během uvolnění a následné relaxace svalu dochází k repolarizaci motoneuronu, takže motorická jednotka může znovu provést stah (Véle, 2005).

Optimální frekvence záškubů, kdy motorická jednotka pracuje bez trvalé únavy, je zhruba deset za sekundu. To odpovídá době 100 milisekund, která je nutná pro repolarizaci membrány motoneuronu. Krátkodobě je možné vyvinout i vyšší frekvenci záškubů. Takováto frekvence však vede k vyčerpání rezerv, které se nestačí doplnit. Motorická jednotka má dva pracovní stavy: 1. Stablní stav klidu (relaxace - „nic“) a 2. Labilní stav aktivace (excitace - „vše“) (Véle, 2005).

2.3.3 Kineziologie hodů

Hod můžeme formulovat jako udělení zrychlení pohyblivému předmětu horní končetinou. Člověk dodá kinetickou energii tělesu, které drží v ruce a pomocí této energie ho vypustí do prostoru. Hod můžeme rozdělit na dvě fáze. První je fáze přípravná neboli napřáhnutí. Potom následuje fáze výkonová, což je vlastní provedení hodu. Podle pohybu paže ve výkonové fázi rozlišujeme tři základní verze hodu: vrchní vzor, spodní vzor, stranový vzor (Véle, 2005).

Jelikož nám jde o hod vrchním obloukem, popíšeme si blíže pouze vrchní vzor podle Véleho (2005). Při tomto pohybu převládá rotace v ramenním kloubu. Při napřáhnutí je paže v abdukci a zevní rotaci. Během výkonové fáze rotuje paže mediálně a přechází do ventrální flexe. Dochází také k mírné flexi v lokti, po které následuje extenze. Zápěstí je ve flekčním postavení. Pohyb je doprovázen rotací pánve, páteře a v kyčli na opačné straně, což vede ke vnitřní rotaci končetiny v kyčli.

Pro cílený hod je velice důležitá aktivita centrálního nervového systému podobně jako i emotivní náboj házejícího (Véle, 2005). Samotný švih paže při hodu je velice rychlý, což činí veliké problémy při kontrole pohybu. Oprava neboli korekce pohybu je prováděna v několika cyklech. První cyklus opraví pohyb pouze v hrubých rysech. Další cyklus pohyb více zpřesní a tak to neustále pokračuje. Čím je pohyb pomalejší, tím více korekčních cyklů proběhne. Problém nastává u velice rychlých pohybů, které se po spuštění nedají již dále korigovat. Důvodem je pomalá rychlost šíření vzruchů v nervové soustavě (Véle, 2005).

2.4 Svaly důležité pro hod

V této části si popíšeme nejdůležitější svaly účastnící se hodu vrchním obloukem. Tyto svaly jsme vybrali pro elektromyografické měření v empirické části na základě konzultace s vedoucím práce: musculus biceps brachii, musculus triceps brachii, musculus

pectoralis major, musculus trapezius, musculus obliquus externus abdominis, musculus serratus anterior, musculus tensor fasciae latae. Popis a funkce svalů je brána ze soustavné anatomie člověka (Borovanský, 1976). Žluté a modré kolečka v obrázcích svalů znázorňují místa, kde byly připevněny elektrody EMG přístroje.

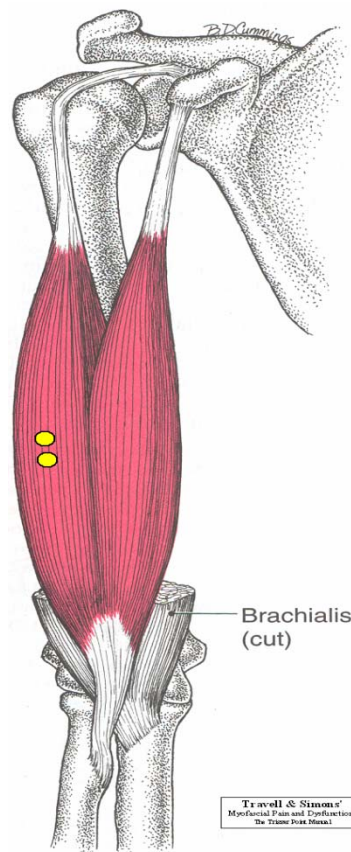
Musculus biceps brachii (Dvojhlavý sval pažní)

Popis

Svůj název tento sval dostal od toho, že je ve své proximální části rozdělen na dvě části caput longum a caput breve. Caput breve začíná silnou a poměrně dlouhou šlachou na processus coracoideus scapulae. Caput longum začíná dlouhou šlachou na tuberculum supraglenoidale. V distální polovině paže obě hlavy splývají a vytváří sval jednotný. Ten přechází ve šlachu, která je připevněna ke kosti vřetenní přesněji na tuberositas radii.

Funkce

V kloubu loketním vyvolává supinaci a flexi. Vzhledem ke kloubu ramennímu je funkce obou hlav odlišná. Krátká hlava flektuje a addukuje. Dlouhá hlava abdukuje.



Obr. 2 musculus biceps brachii (Travell a Simons, 1999)

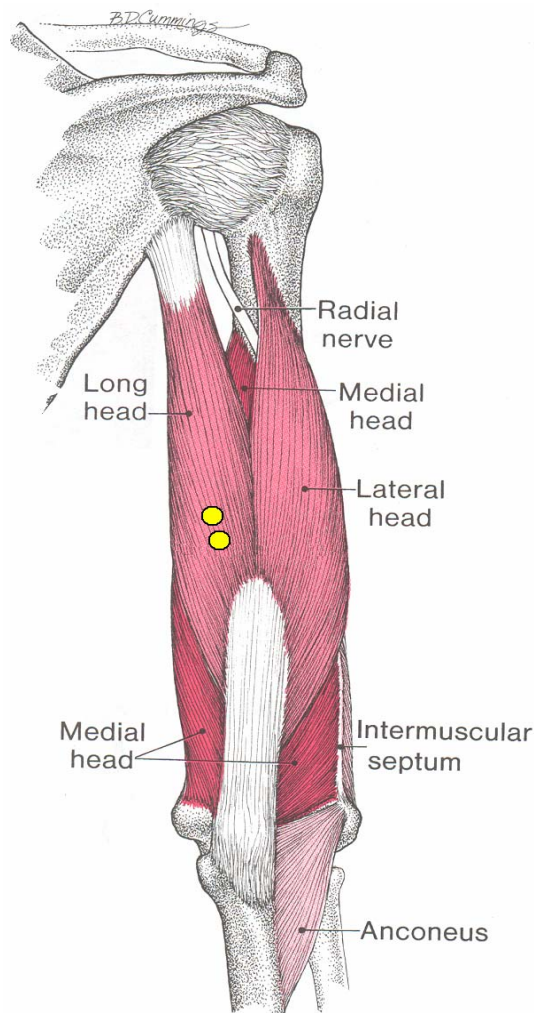
Musculus triceps brachii

Popis

Svůj název má sval od toho, že je proximálně rozdělen na tři části caput longum, mediale a laterale. Caput longum začíná šlachou na tuberculum infraglenoidale scapulae. Caput mediale i laterale začínají na dorsální straně pažní kosti. Svalové snopce všech tří hlav sestupují směrem distálním a zakončují se na velmi silné šlaše, která se upíná na olecranon ulnae.

Funkce

Extenze v kloubu loketním. Caput longum mimo to vykonává ještě addukci a extenzi v kloubu ramenním.



Obr. 3 musculus triceps brachii (Travell a Simons, 1999)

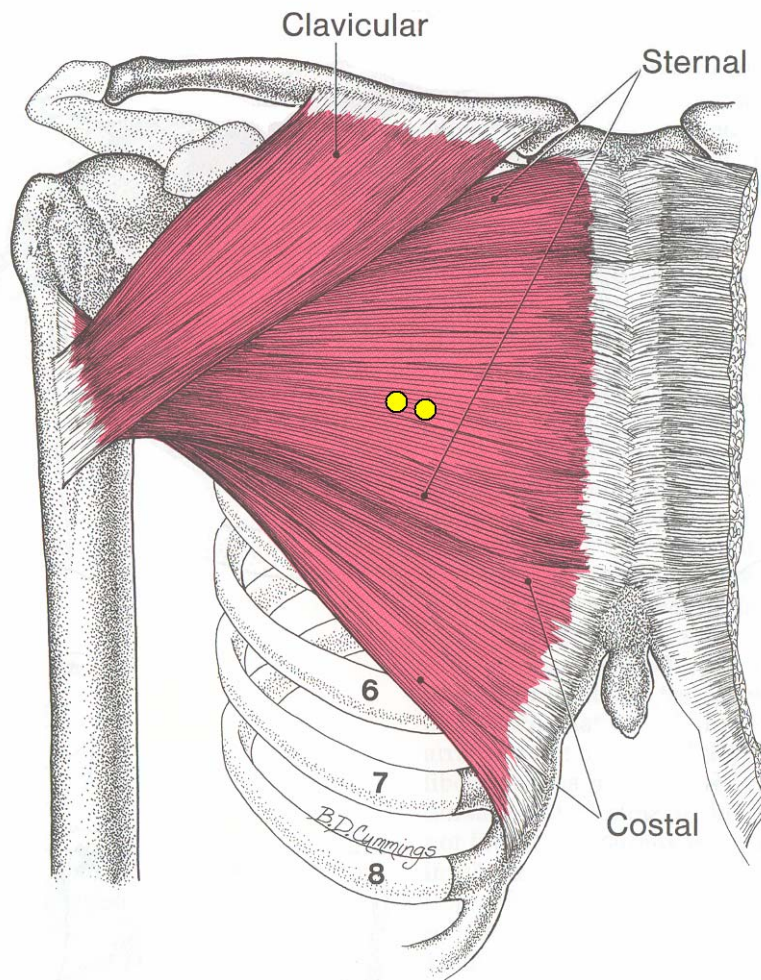
Musculus pectoralis major

Popis

Plochý mohutný sval, kryjící ventrální stranu hrudního koše. Jeho snopce začínají jednak na mediální části claviculy, ventrální straně sternu, chrupavkách žeberních, kraníálním konci pochvy přímých břišních svalů. Všechny tyto snopce se sbíhají směrem k ramenu, takže má sval tvar podobný trojúhelníku, kde přecházejí v mohutnou šlachu upínající se na crista tuberculi majoris kosti pažní.

Funkce

Funkce je složitá, protože jednotlivé části se mohou kontrahovat samostatně. Vcelku způsobuje addukci, flexi a pronaci paže, pokud se končetina pohybuje. Pokud je končetina fixována, zdvíhá žebra a stává se tak pomocným svalem dýchacím.



Obr. 4 musculus pectoralis major (Travell a Simons, 1999)

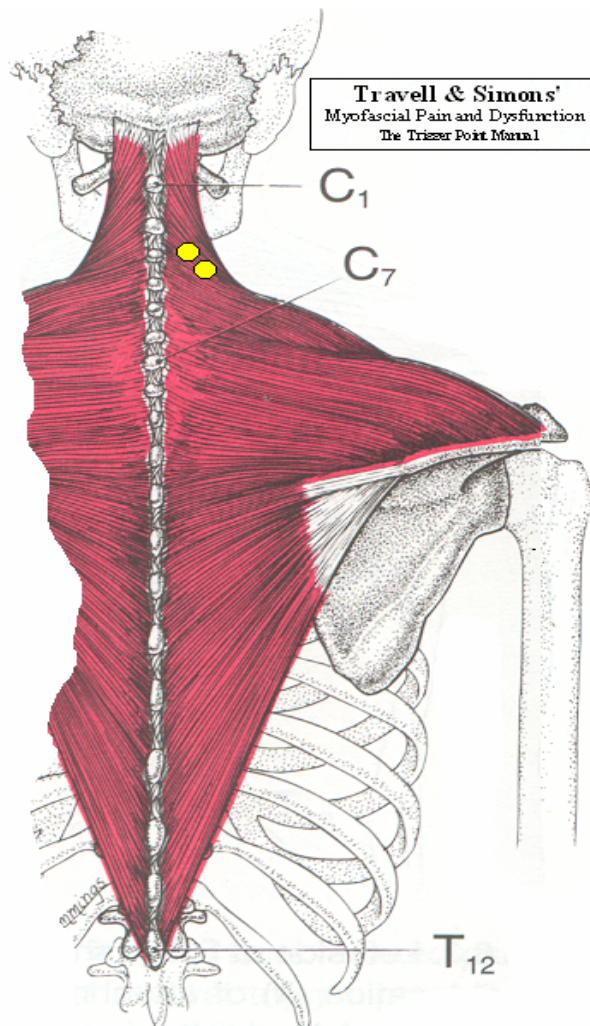
Musculus trapezius

Popis

Je to rozsáhlý plochý sval trojúhelníkovitého tvaru. Základna se upíná na krční a hrudní páteř. Vrchol leží v krajině ramenní. Od této rozsáhlé základny se svalové snopce sbíhají směrem k ramenu. Horní snopce jsou připojeny k dorsálnímu okraji laterální části klíční kosti. Prostřední snopce končí na mediálním okraji acromionu a na horním okraji lopatkového hřebene. Dolní snopce jsou upoutány k mediálnímu konci lopatkového hřebene.

Funkce

Spolu s ostatními svaly připojenými k lopatce umožňuje různé polohy této kosti podle toho, jaký pohyb provádí horní končetina.



Obr. 5 musculus trapezius (Travell a Simons, 1999)

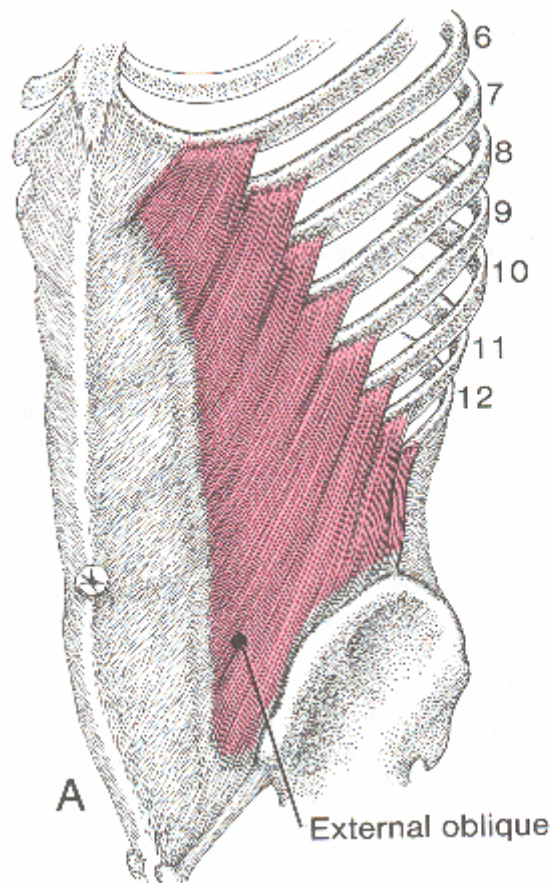
Musculus obliquus externus abdominis

Popis

Velice rozsáhlý a plochý sval, který zaujímá ventrální a laterální stranu břicha. Dorsokraniálně je masitý a ventrokaudálně aponeurotický. Masitá část začíná na osmi kaudálních žebrech. Odtud sestupují masité snopce směrem ventrokaudálním. Nejdelší jsou připevněny až k ventrální polovině hřebenu kyčelního. Ostatní snopce přecházejí v aponeurosu, která dosahuje až ke střední rovině a spojuje se s druhou stranou.

Funkce

Tento sval se významně uplatňuje při lisu břišním. Pokud je pánev fixovaná, oboustranná kontrakce flektuje páteř. Pokud není, je pánev přitahována k hrudnímu koši. Při jednostranné kontrakci otáčí trup.



Obr. 6 musculus obliquus externus abdominis (Travell a Simons, 1999)

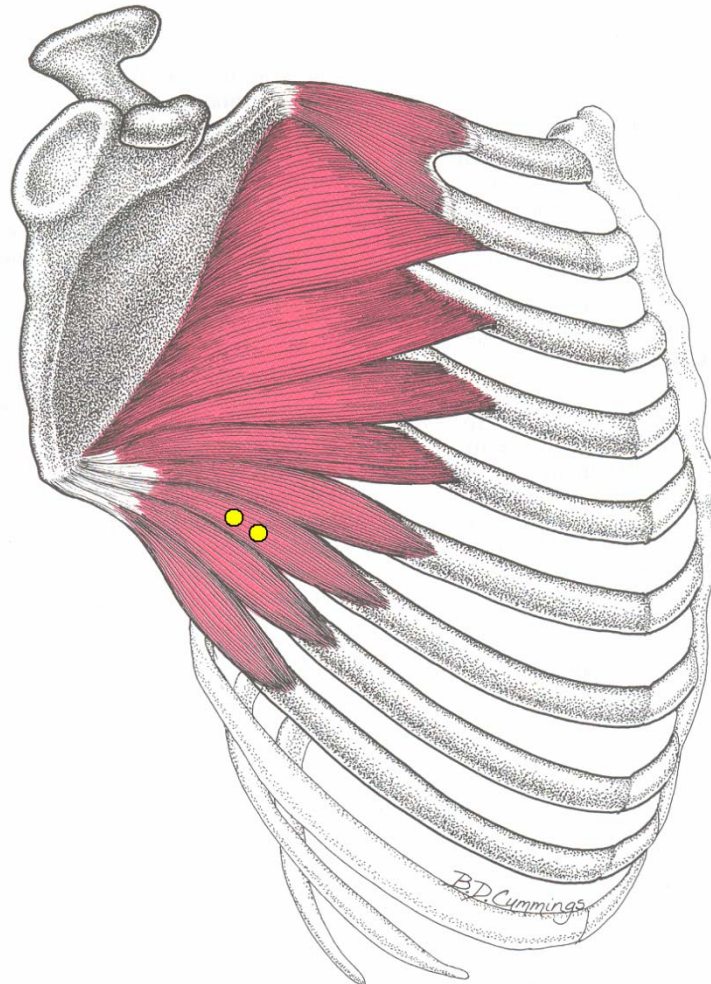
Musculus serratus anterior

Popis

Plochý a rozsáhlý sval na laterální straně hrudního koše. Začíná na devíti kranálních žebrech. Od tohoto protáhlého začátku vychází plochý, široký sval, který se klade na povrch hrudního koše a zatáčí dorsomediálně, při čemž se vsouvá mezi stěnu hrudního koše a lopatku, kde je připevněn k jejímu mediálnímu okraji.

Funkce

Přiklápí lopatku k hrudnímu koši, odsunuje ji od páteře a otáčí tak, že se jamka kloubní obrací nahoru. Tímto napomáhá předpažení, upažení a vzpažení. Pokud je lopatka fixována, pomáhá sval při inspiraci zvedáním žebere.



Obr. 7 musculus serratus anterior (Travell a Simons, 1999)

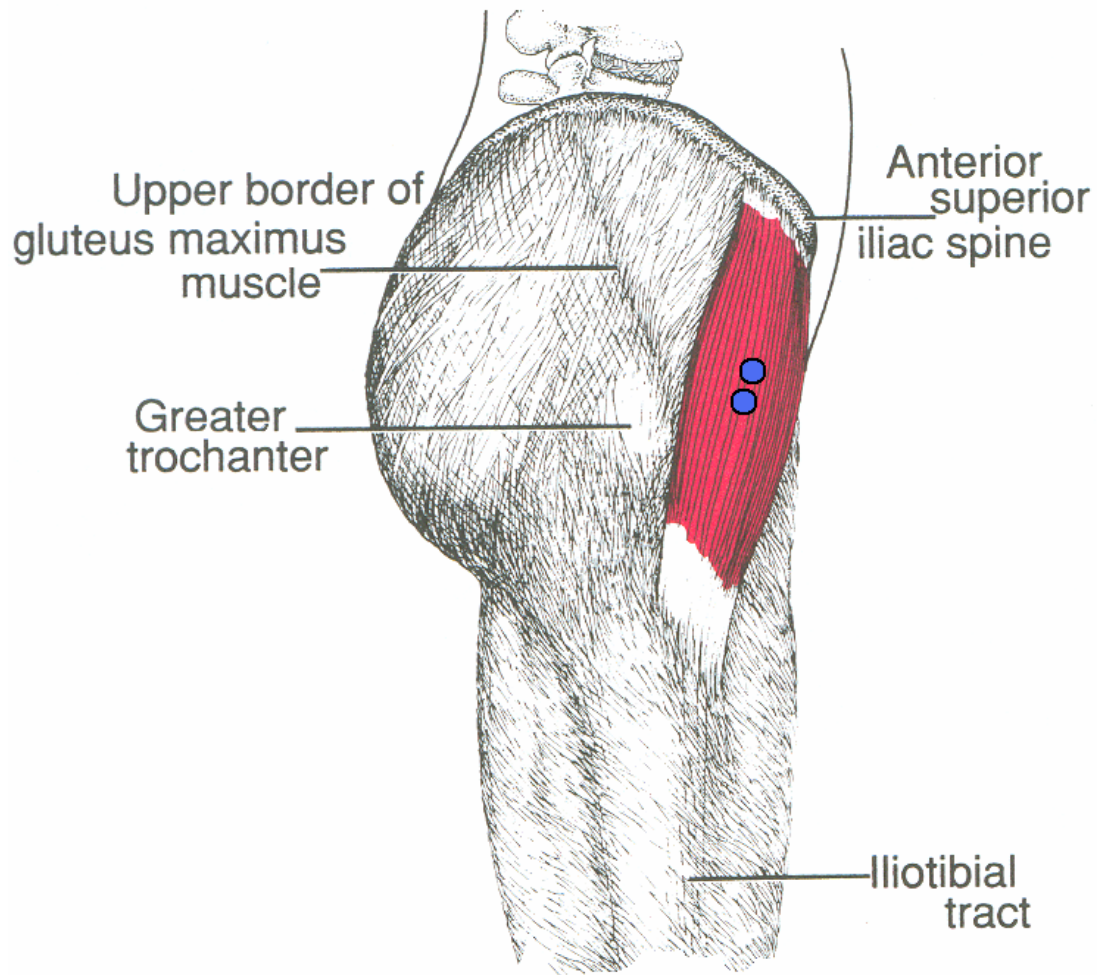
Musculus tensor fasciae latae

Popis

Poměrně krátký sval, jehož snopce začínají na spina iliaca anterior superior. Je tvořen silným, protáhlým a trochu zploštělým masitým bříškem. To sestupuje před velkým trochanterem šikmo distálně a laterálně, kde potom přechází na konci proximální části stehna v tractus iliotibialis, který je uchycen k laterálnímu kondylu kosti holenní.

Funkce

Napíná tractus iliotibialis, čímž provádí extenzi kloubu kolenního při vzpřímeném stoji. Sám však kloub extendovat nezvládne. Pomáhá při flexi, abdukci a pronaci stehna.



Obr. 8 musculus tensor fasciae latae (Travell a Simons, 1999)

2.5 Metody výzkumu hybné soustavy

I jako v jiných oborech metody výzkumu hybné soustavy často vycházejí z pokusů na zvířatech. Protože však mezi zvířecím a lidským tělem existuje hodně rozdílů, musí se výzkum zaměřit i na člověka samotného. Vyšetřování je o to složitější, že metody musí být absolutně bezpečné a nesmí člověka nijak poškozovat. Dříve jako jediné metody vyšetření sloužily reflexní kladívka, špendlíky a především vyšetření pohledem. Po druhé světové válce se objevila nová metoda zvaná elektromyografie, která se používá dodnes (Véle, 2005).

Elektromyografie je metoda, která zaznamenává elektrické potenciály příčně pruhovaných kosterních svalů. Rozlišujeme analytickou, jehlovou a polyelektromyografii. Analytická a jehlová elektromyografie snímá elektrický potenciál pouze jednoho svalu. Elektrický potenciál můžeme snímat z povrchu těla elektrodami umístěnými na kůži nad daným svalem. Tímto způsobem však nejsme schopni rozeznat akční potenciály jednotlivých motorických jednotek. Proto se často používá jehlová elektroda. Modifikovaná injekční jehla, ve které jsou umístěny drátkové elektrody, se zavede přímo do svalu. Akční potenciál trvá jen několik milisekund, a proto nelze provádět zápis písátkem rovnou na papír například jako u EKG. Elektromyogram se proto nejčastěji uchovává v paměti přístroje a z něho se ve zpomalené formě zapisuje na papír. Pokud je sval v pořádku, nevytváří v klidu žádný elektrický potenciál. Ty se objevují pouze při stahu (Véle, 2005).

Metoda, při níž je možno zaznamenat akční potenciály více svalů, se nazývá polyelektromyografie. U tohoto způsobu se nepoužívá jehlové metody, protože nejde o přesný tvar akčních potenciálů, jako spíše o časové vztahy mezi činnostmi jednotlivých svalů. Je možné hodnotit čtyři, osm nebo až 16 svalů. To nám umožní analýzu svalových vzorců při různých pohybech, a pokud je nějaký vzorec špatný pokusit se jej přecvičit. Samozřejmě polyelektromyografie nám nedává všechny informace, které potřebujeme. Proto existují další metody, které nám pomáhají pohybové ústrojí hodnotit. Těmito metodami jsou například dynamometrie – měření svalové síly, goniometrie – měření úhlů v jednotlivých kloubech nebo akcelerometrie – měření zrychlení a zpomalení jednotlivých částí těla. Pokud zaznamenáváme všechny tyto veličiny spolu s polyelektromyografií mluvíme o polygrafii (Véle, 2005).

Další metodou sloužící k hodnocení pohybu je kinematické vyšetření. U této metody je jedinec snímán třemi kamerami při daném pohybu. Po následné kalibraci je možné měřit délky a polohy všech segmentů těla a údaje počítačově zpracovávat. Tato metoda je ovšem finančně náročná a zpracování dat složité (Véle, 2005).

3. Cíle a úkoly

3.1 Cíle

Cílem této praktické části práce je popsat zapojení svalů během hodů vrchním obloukem a hodů s ručníkem pomocí povrchové polyelektromyografie. Cílem je vyhodnotit činnost každého svalu. To znamená průběh svalového napětí během činnosti a také podobnost tohoto průběhu při více hodech. Posledním cílem bude srovnání hodů vrchním obloukem s hody s ručníkem.

3.2 Úkoly

- Výběr měřených svalů
- Výběr vhodného probanda
- Záznam hodů pomocí videa a EMG přístroje
- Vyhodnocení videa ve specializovaném programu
- Zpracování dat z EMG přístroje a vytvoření grafů
- Interpretace výsledků

4. Metodologie

4.1 Charakter výzkumu

Výzkum má charakter případové studie popisného charakteru. Sledovali jsme jednu osobu při opakovaném provádění hodů jednoruč vrchním obloukem a v průpravném cvičení – hod s ručníkem.

4.2 Charakteristika sledované osoby

Sledovaná osoba je třiatvacetiletý hráč baseballu, který hraje již od šesti let. Již asi pět let působí v naší nejvyšší soutěži. Dříve často hrával v zadním poli, první a třetí metě. Poslední čtyři roky se specializuje na nadhazování. Jeho výška je 193 cm a váha 85 kg. Měření podstoupil dobrovolně a v jeho době byl plně zdrav. Souhlasí se zveřejněním naměřených dat.

4.3 Metody analýzy

Všechny pokusy byly zaznamenány pomocí videokamery SONY HDV – handycan 1080i, která má rozlišení čtyři megapixely a je schopna snímat 25 obrázků za sekundu. Následně bylo video zpracováno pomocí počítačového programu Dartfish.

Pro měření činnosti svalů jsme použili metodu polyelektromyografie. Měřili jsme činnost sedmi vybraných svalů, které jsme již dříve popsali v teoretické části. K tomuto účelu jsme použili nezávislý mobilní EMG přístroj. Ten nám umožnil sledovat právě sedm již zmíněných svalů. Svaly byly snímány pomocí elektrod, které byly umístěny na probandovu kůži nad měřené svaly. EMG přístroj je schopen zaznamenávat údaje po dobu zhruba pěti minut. Jako doplňující vybavení samotného přístroje slouží přenosný PC, náhradní zdroje, nabíječka, software pro přenos, ukládání, grafické zobrazení a zpracování dat. Přístroj má jeden kanál pro synchronizaci videozáznamu s měřením. Proband je vždy upozorněn akustickým signálem z EMG přístroje na začátku a konci měřené části.

Data naměřená přístrojem jsou následně přenesena do přenosného PC a přístroj může být znovu použit. Pomocí softwaru jsou potom výsledky dále zpracovány.

Technické specifikace EMG přístroje

- Nezávislý mobilní EMG přístroj.
- Použití přístroje: upravený pro přenos na těle probanda během pohybové činnosti s měřením elektrických potenciálů svalů pomocí elektrod. Následné přenesení dat do přenosného PC.
- Charakteristika: přístroj má osm měřících kanálů, sedm jich měří EMG potenciály svalů a jeden je určen pro synchronizaci s videozáznamem, akustický signál atd..
- Frekvence: 30-1200Hz při 3dB pro každý kanál. Křivka je vyhlazena s časovou konstantou od 14 do 125ms. Citlivost je do 50 do 2000V.
- Vzorkování: 200Hz.
- Doba měření: šest možných časových úseků v rozmezí od 2,5 do 327s.
- Napájení: tři akumulátory NiMH.
- Hmotnost: s akumulátory maximálně 1,3kg.
- Rozměry: s akumulátory 185 x 140 x 42 mm.
- Výrobce: Karel Zelenka, FTVS UK, Praha

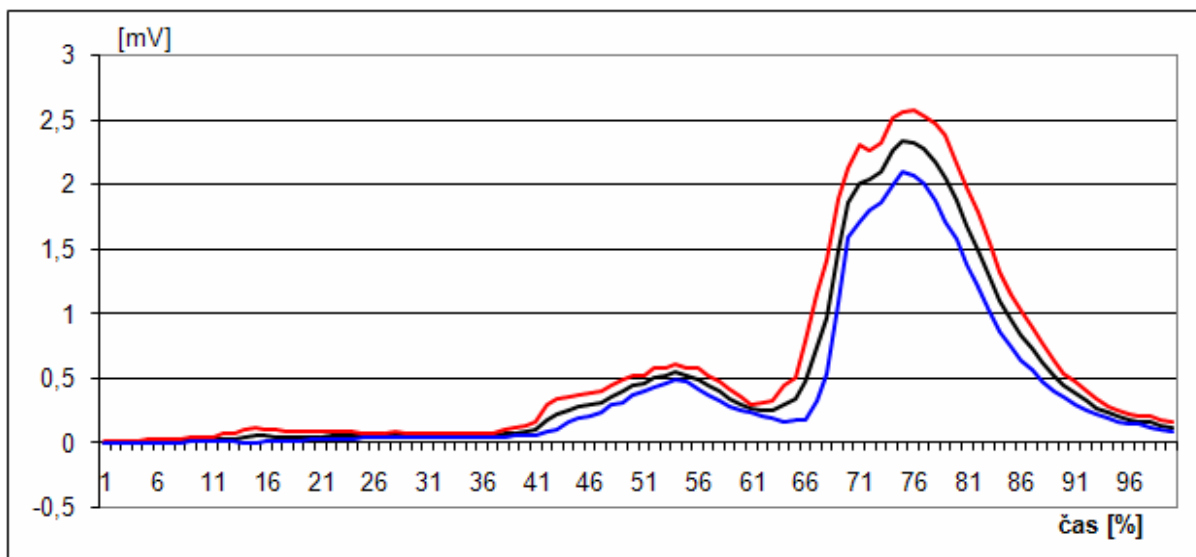
5. Interpretace výsledků




5.1 Vyhodnocení hodů vrchním obloukem

V této části si vyhodnotíme data získaná během měření hodů jednoruč vrchním obloukem. Data byla zpracována a byly vyhotoveny příslušné grafy zobrazující průběh elektrického potenciálu ve svalu.

Na obrázku 9 vidíme průběh tohoto potenciálu v bicepsu během hodů jednoruč vrchním obloukem. Černá křivka znázorňuje průměrné hodnoty elektrického potenciálu ze všech hodů. Červená a modrá potom hodnoty, ke kterým je připočítána nebo odečtena jedna směrodatná odchylka. Podle tvaru křivky můžeme zjistit, jak sval pracoval v průběhu hodů, kdy bylo jeho zatížení maximální a kdy naopak minimální. Podle toho, jak se liší křivky směrodatných odchylek od křivky průměru, můžeme určit, zda práce svalů byla během jednotlivých hodů podobná či ne.

Musculus biceps brachii caput longum dexter



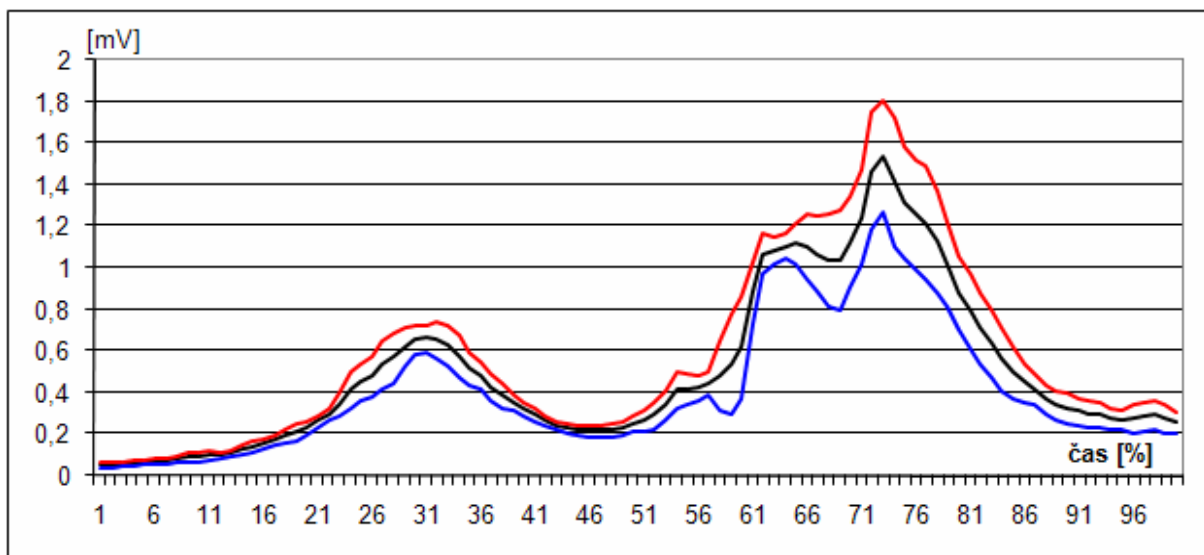
 Průměr + SD
 Průměr
 Průměr - SD

Obr. 9 EMG záznam musculus biceps brachii caput longum dexter při hodů jednoruč vrchním obloukem

Z grafu na obrázku 9 zjistíme, že první zvýšení elektrického potenciálu svalu nastává při začátku švihové fáze hodu. Sval tedy začíná více pracovat ve chvíli, kdy se paže začíná pohybovat směrem vpřed. Po tomto vzestupu napětí nastává jeho krátký pokles až do doby odhodu míče. V této době akční potenciál prudce stoupá. Nejvíce práce tedy sval vykonává v době odhodu míče a těsně po něm. Svého maximálního napětí dosáhne sval až po odhodu míče. Během dokončení hodu již napětí pozvolně klesá.

Křivky se směrodatnými odchylkami jsou velice podobné křivce průměru. To znamená, že průběh elektrického potenciálu ve svalu tedy jeho práce během hodu, byla ve všech hodech velice podobná. Největší rozdíly jsou zaznamenány při nejvyšším napětí ve svalu, tedy při jeho největším zatížení. I v této fázi nejsou však rozdíly nijak zvláštní.

Musculus triceps brachii caput longum dexter



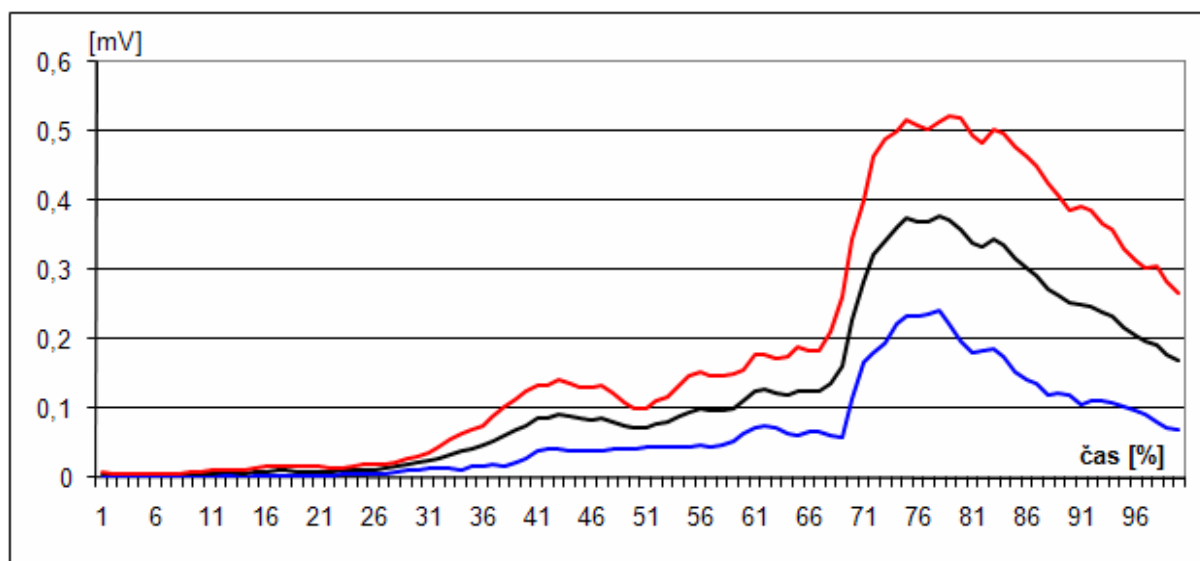
■ Průměr + SD
■ Průměr dv
■ Průměr - SD

Obr. 10 EMG záznam musculus triceps brachii caput longum dexter při hodu jednoruč vrchním obloukem

Graf na obrázku 10 ukazuje, že m. triceps brachii se začíná výrazněji zapojovat do hodu dříve než m. biceps brachii a to již ve fázi náprahu. Z počátku této fáze potenciál roste, sval tedy pomáhá při pohybu paže směrem dozadu. Asi uprostřed fáze náprahu dosahuje akční potenciál svého lokálního maxima. Do konce fáze potom postupně klesá, aby chvíli po zahájení švihové fáze hodu začal strmě růst a dosáhl svého absolutního maxima chvíli po odhodu míče. V závěrečné fázi hodnoty opět klesají jako u m. biceps brachii.

Podle tvaru křivek se směrodatnými odchylkami můžeme říci, že práce svalu během jednotlivých hodů je velice podobná a stejně jako u m. biceps brachii lze sledovat největší rozdíly při největším zatížení svalu. I zde však rozdíly nejsou nijak výrazné.

Musculus pectoralis major dexter

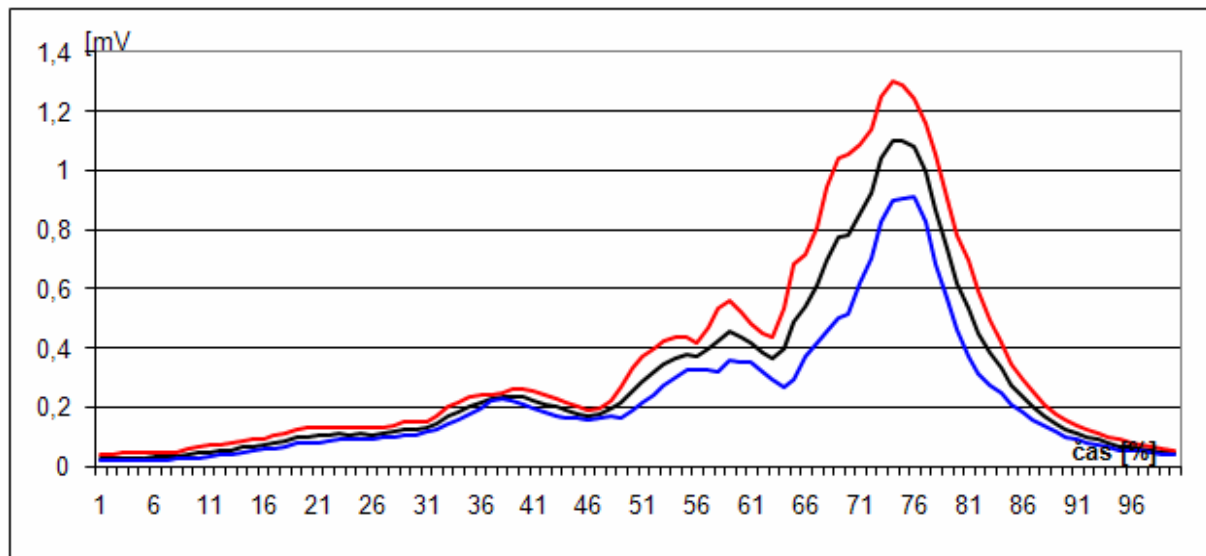


Obr. 11 EMG záznam musculus pectoralis major dexter při hodu jednoruč vrchním obloukem

Na grafu z obrázku 11 vidíme, že křivka m. pectoralis major již nemá tvar se dvěma většími vrcholy, jak tomu bylo u dvou předchozích svalů. Napětí ve svalu začíná stoupat již v druhé polovině fáze náprahu a neustále mírně roste až do doby odhodu míče. Při odhodu míče a následně po něm napětí prudce roste do svého maxima.

Pokud se podíváme na rozdíly křivek směrodatných odchylek od průměru, musíme opět konstatovat, že jsou poměrně malé a svaly tudíž pracovaly během jednotlivých hodů podobně. Největších rozdílů je opět dosahováno při největším akčním potenciálu. Podle grafu na obr. 11 se může zdát, že křivky směrodatných odchylek jsou více vzdáleny než u jiných grafů. To je ale dáno pouze tím, že akční potenciál nedosahuje tak vysokých hodnot jako u jiných svalů, a proto je i malý rozdíl v napětí svalu zaznamenán větší vzdáleností křivek směrodatných odchylek.

Musculus trapezius pars superior dexter

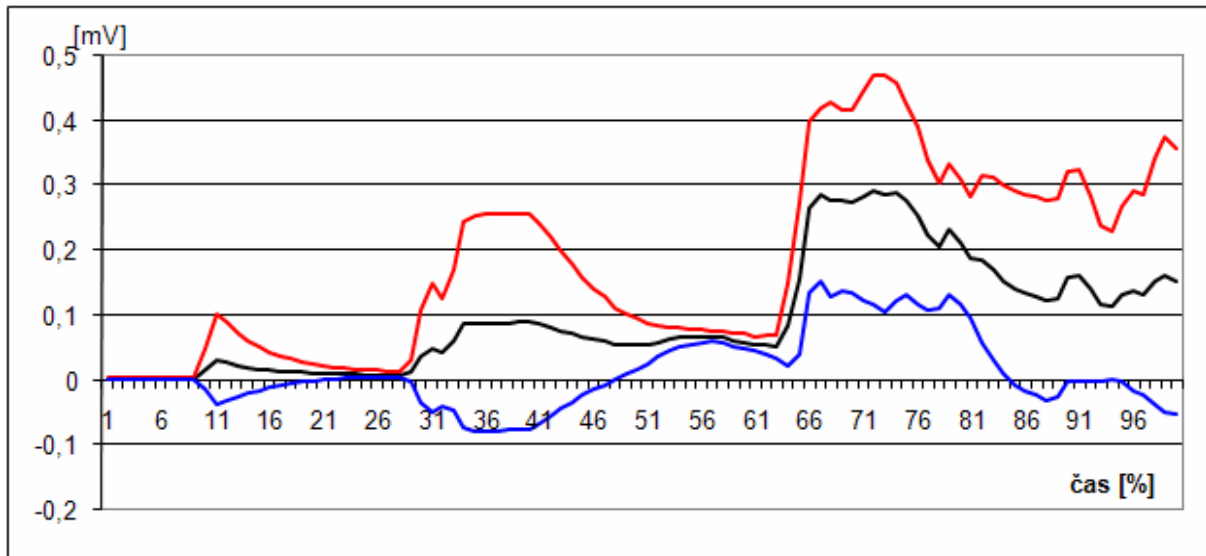


Obr. 12 EMG záznam musculus trapezius pars superior dexter při hodů jednoruč vrchním obloukem

Akční potenciál pomalu roste již od prvních fází hodu až po dokončení náprahu. Chvilí potom, co paže začne provádět pohyb vpřed ve švihové fázi, začíná napětí růst strměji než dříve. Tento růst je zastaven ještě před vypuštěním míče a těsně před ním nastává malý a krátký pokles napětí. V době odhodu již akční potenciál strmě roste a maxima dosahuje krátce po vypuštění míče. Následně během dokončení hodu napětí opět klesá.

Co se týče směrodatných odchylek i zde je jejich velikost normální, což svědčí o stabilní činnosti tohoto svalu během hodu. Největší rozdíly od průměru můžeme opět najít při největším zatížení svalu.

Musculus obliquus externus abdominis sinister

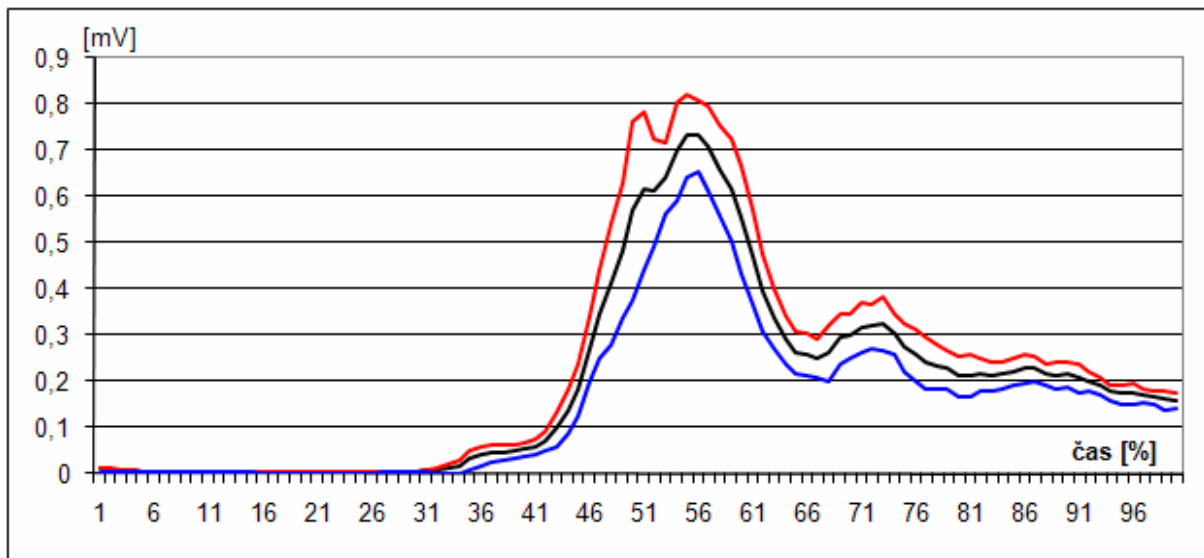


Obr. 13 EMG záznam musculus obliquus externus abdominis sinister při hodu jednoruč vrchním obloukem

Napětí ve svalu začíná mírně stoupat již chvíli po zahájení fáze nápřahu. V druhé polovině fáze pak napětí roste ještě výrazněji. Během švihové fáze je napětí vcelku stabilní, aby mohlo prudce vzrůst během a hlavně po vypuštění míče, kdy dosahuje svého absolutního maxima. Následuje již pozvolný pokles napětí v závěru hodu.

Musíme konstatovat, že rozdíly ve směrodatných odchylkách jsou zde větší než u ostatních měřených svalů. Nejvíce je to patrné asi v půli fáze nápřahu, kdy začíná napětí růst strměji. Vyšší hodnoty odchylek jsou zřejmě způsobeny tím, že v této fázi hodu je házející v jednooporovém postavení, což klade zvýšené nároky na stabilitu. Jelikož m. obliquus externus abdominis je součástí svalů břišních, pomáhá udržet rovnováhu těla v tomto postavení. Průběh svalového zatížení není u každého hodu zcela jiný, ale velikosti hodnot akčních potenciálů se může místy výrazněji lišit, díky spolupráci tohoto svalu při udržení rovnováhy. I zde tedy můžeme konstatovat, že průběh svalové práce je stabilní avšak s jistými výchyly, způsobenými udržováním stabilní polohy těla.

Musculus serratus anterior dexter

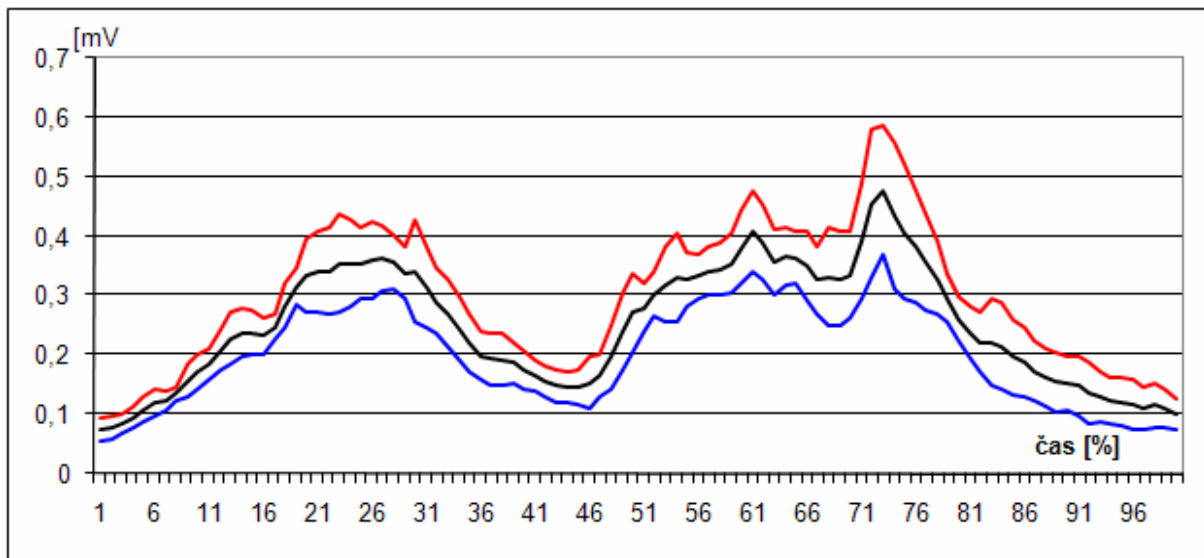


Obr. 14 EMG záznam musculus serratus anterior dexter při hodu jednoruč vrchním obloukem

Akční potenciál svalu začíná mírně stoupat již ke konci fáze náprahu a až do konce fáze stoupá pouze pozvolně. Při zahájení švihové fáze začíná napětí strmě růst a hned dosahuje svého maxima zhruba v půli této fáze. Následuje strmý pokles až do doby vypuštění míče. Krátce po něm sval na chvíli drobně zvýší své napětí, pak již pozvolně klesá.

Pokud se zaměříme na směrodatné odchylky, můžeme konstatovat, že jejich velikost je malá a že i tento sval pracuje při různých pokusech stabilně. I zde stejně jako u všech ostatních svalů můžeme naměřit největší rozdíly během nejvyššího zatížení svalu.

Musculus tensor fasciae latae sinister



Obr. 15 EMG záznam musculus tensor fasciae latae sinister při hodů jednoruč vrchním obloukem



Sval pracuje již od samého začátku pohybu. To je dáno jeho umístěním na levé noze, která jako první provádí pohyb směrem vpřed tzv. výkrok. Během fáze výkroku (nápřahu) napětí strmě roste a dosahuje svého lokálního maxima, které je však téměř tak velké jako maximum největší. V druhé části fáze nápřahu již akční potenciál klesá a v době jeho dokončení dosahuje lokálního minima. Chvíli po započetí švihové fáze začíná sval opět výrazněji pracovat, což je způsobeno přenášením váhy dopředu tedy na levou nohu během této fáze. Maximálního akčního potenciálu je dosaženo až po odhodu míče. To je způsobeno tím, že v této části hodů stojí hráč chvíli téměř úplně nebo zcela na levé noze. Na konci hodů opět hodnoty napětí klesají.

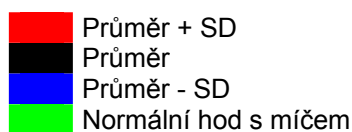
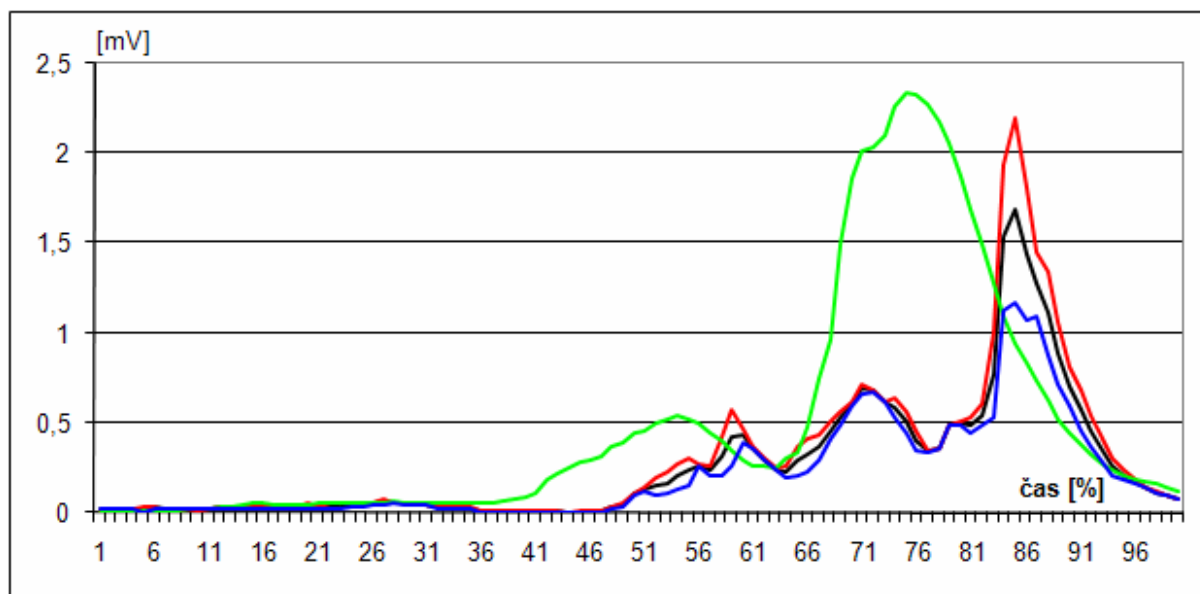
Pokud se zaměříme na směrodatné odchylky i v tomto případě můžeme pozorovat největší rozdíly při vysokém akčním potenciálu. Ovšem velikosti směrodatných odchylek nejsou velké, tedy i sval pracuje při jednotlivých hodech podobně.

5.2 Vyhodnocení hodů s ručníkem

V této části budeme stejně jako v předchozí popisovat průběh akčního potenciálu. Nyní se však jedná o průběh během hodů s ručníkem, ke kterému navíc připojíme srovnání s hodem jednoruč vrchním obloukem. Jako v předchozí kapitole i zde v grafech černá křivka znázorňuje průměr a červená a modrá potom směrodatné odchylky. Navíc je v každém grafu ještě zelená křivka, která reprezentuje normální hod vrchním obloukem.

Téměř u všech svalů je patrné časové zpoždění křivek reprezentujících hodů s ručníkem oproti křivce normálního hodu. To je způsobeno delším pohybem při hodě s ručníkem. Toto cvičení se používá nejčastěji při nadhazovacím pohybu, při kterém je nutno levou nohu zdvihnout výše a udělat delší výkrok než při klasickém hodu. Tato odlišnost způsobí časové zpoždění křivek akčních potenciálů při hodě s ručníkem. Při hodnocení grafů bude opět používán termín vypuštění míče. V případě hodu s ručníkem samozřejmě k žádnému vypuštění nedojde, jde o místo, kdy zápěstí maximálně švihne s ručníkem.

Musculus biceps brachii caput longum dexter

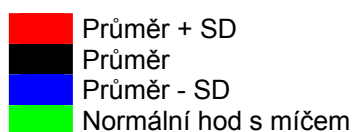
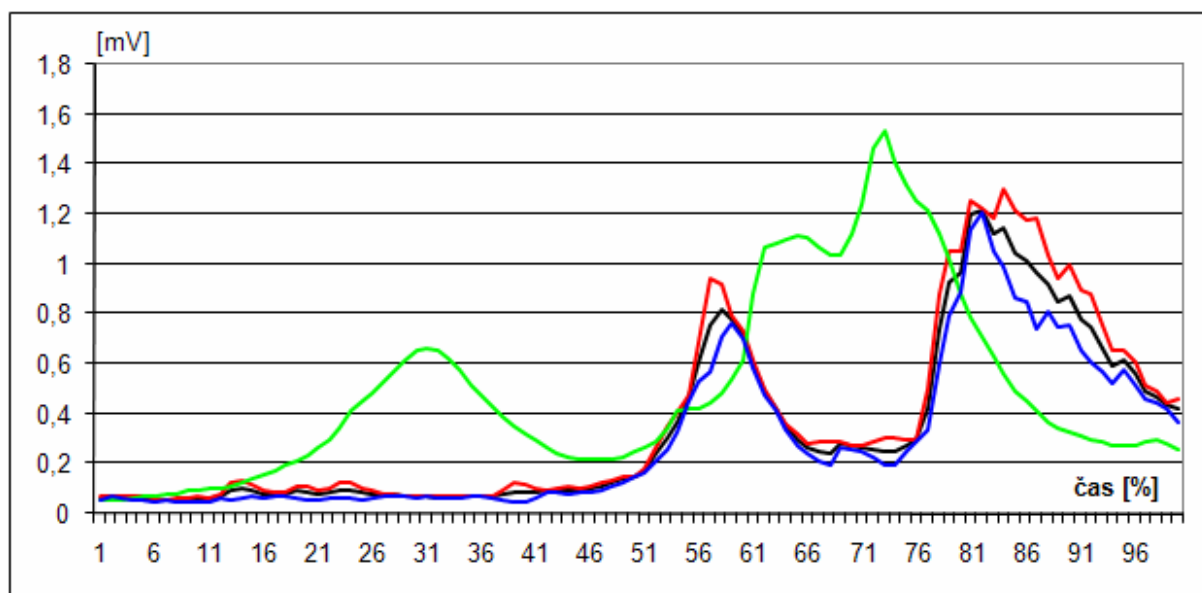


Obr. 16 EMG záznam musculus biceps brachii caput longum dexter při hodě s ručníkem

Průběh akčního potenciálu je velice podobný jako u klasického hodu. Během hodu s ručníkem začíná růst akční potenciál o chvíli dříve. Oproti klasickému hodu, kdy aktivita začíná růst až při švihové fázi, tedy pohybu paže vpřed, při hodu s ručníkem roste již ve fázi nápřahu, tedy pohybu paže směrem vzad. Ke konci fáze nápřahu napětí mírně klesne, aby pak mohlo opět růst v době pohybu paže vpřed. Další průběh akčního potenciálu je již stejný jako u běžného hodu. Pokud srovnáme velikost napětí v době největšího zatížení svalu, můžeme říci, že při hodu s ručníkem je dosahováno menších hodnot. Pokud se ovšem zaměříme na švihovou fázi a pohyb paže vpřed, můžeme konstatovat, že napětí je dokonce o trochu větší než při hodu s míčem. Můžeme také pozorovat, že vzrůst či pokles napětí je u hodu s ručníkem rychlejší.

Co se týče směrodatných odchylek, nejsou nijak výrazné a stejně jako u normálního hodu i zde mají svou největší hodnotu při největším zatížení svalu. I u hodu s ručníkem tedy platí, že m. biceps brachii pracuje relativně stabilně při různých pokusech. Když porovnáme velikost směrodatných odchylek normálního hodu s odchylkami u hodu s ručníkem, zjistíme, že při hodu s ručníkem jsou hodnoty ještě nižší a sval tedy pracuje ještě stabilněji.

Musculus triceps brachii caput longum dexter

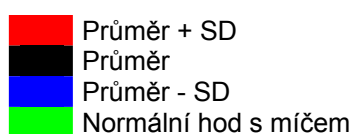
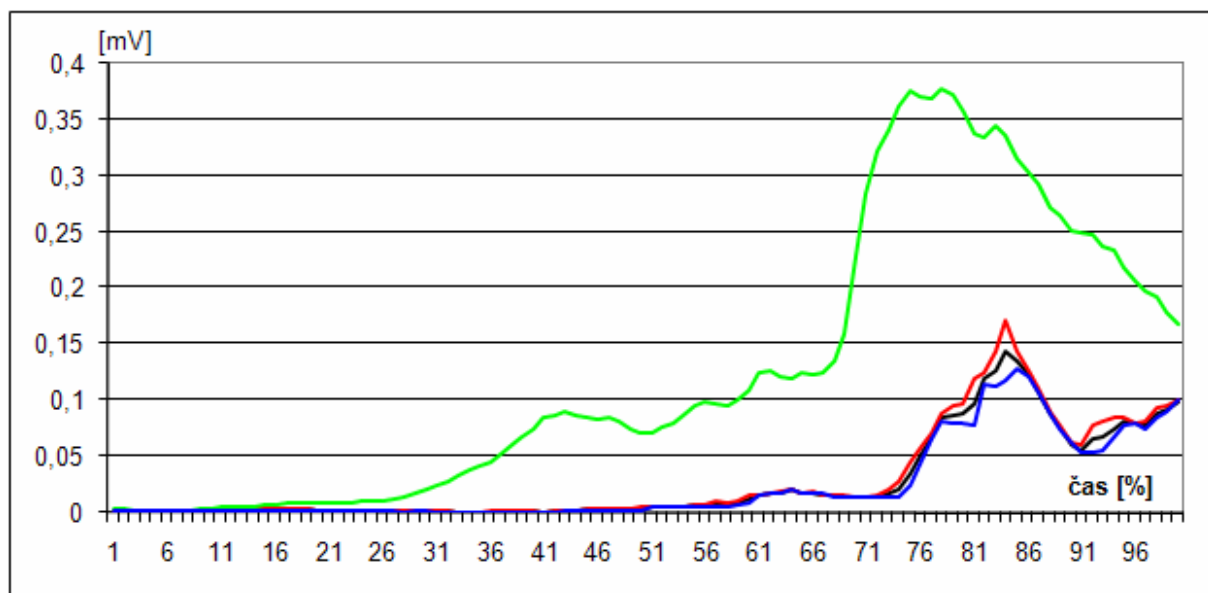


Obr. 17 EMG záznam musculus triceps brachii caput longum dexter při hodu s ručníkem

Průběh akčního potenciálu je v zásadě stejný jako u klasického hodu. Stejně jako u musculus biceps brachii je i zde v prvním lokálním maximu během fáze náprahu hodnota akčního potenciálu vyšší než u normálního hodu. Co se týče absolutního maxima, hodnoty napětí při hodu s ručníkem nejsou tak veliké. Naopak rychlost vzrůstu akčního potenciálu během většího zatížení svalu je větší než u klasického hodu.

Z velikosti směrodatných odchylek lze usoudit, že práce svalu je velice stabilní. I v tomto případě lze říci, že velikost odchylek je ještě menší než u klasického hodu a tedy i práce svalu je stabilnější. Největších směrodatných odchylek byly opět zaznamenány při vysokém napětí svalu.

Musculus pectoralis major dexter

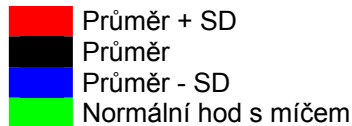
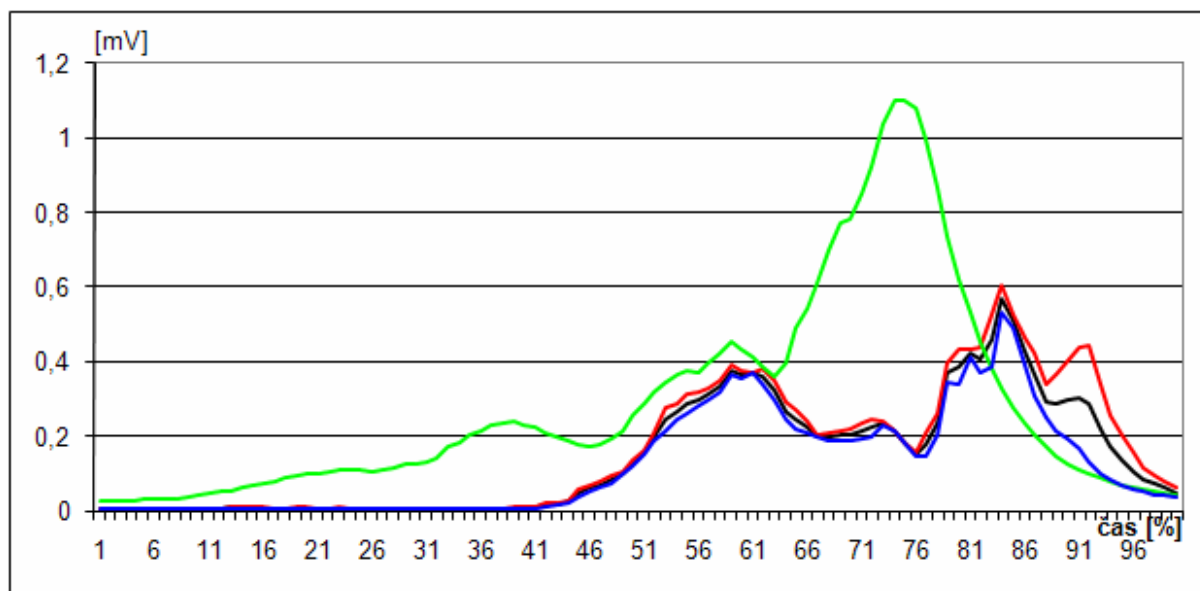


Obr. 18 EMG záznam musculus pectoralis major dexter při hodu s ručníkem

Zde pozorujeme, že průběh akčního potenciálu je podobný jako u normálního hodu. Na rozdíl od činnosti předchozích svalů je hodnota akčního potenciálu neustále nižší, než při klasickém hodu. Zvýšení napětí ve svalu ke konci pohybu je zřejmě způsobeno tím, že ručník je na rozdíl od míče neustále držen v ruce a působí na m. pectoralis major. I zde hodnoty akčních potenciálů vzrůstají a klesají rychleji než při klasickém hodu.

Sledováním směrodatných odchylek zjistíme, že jejich hodnoty jsou opět velice nízké a ve srovnání s normálním hodem můžeme i zde konstatovat, že sval pracuje ještě stabilněji. Největší rozdíl byl opět naměřen při maximálním napětí svalu.

Musculus trapezius pars superior dexter

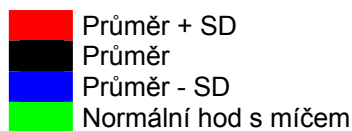
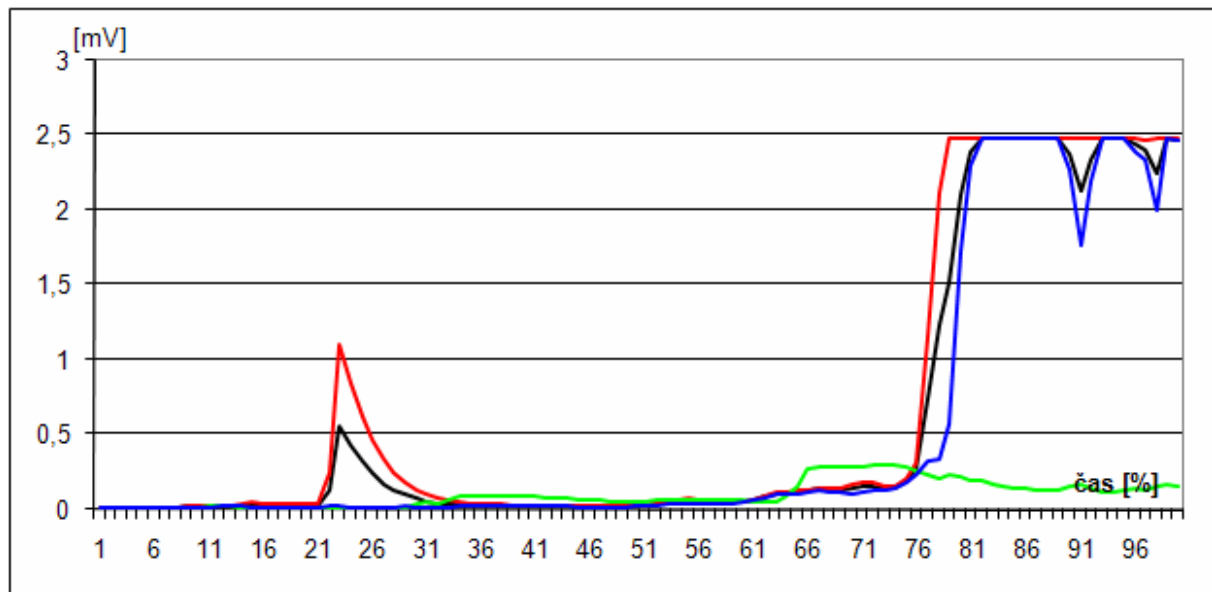


Obr. 19 EMG záznam musculus trapezius pars superior dexter při hodu s ručníkem

Průběh akčního potenciálu m. trapezius je při hodu s ručníkem více odlišný oproti klasickému hodu, než u předchozích svalů. Napětí začíná stoupat později, ale za to mnohem razantněji než u běžného hodu. Napětí dosahuje svého lokálního maxima již ve fázi nápřahu a toto maximum má hodnotu akčního potenciálu vyšší než u normálního hodu. Následně napětí klesá až do doby před vypuštěním míče. Chvilí před, během a po vypuštění míče akční potenciál prudce roste až do svého celkového maxima. Následuje pokles hodnot. Maximální hodnota napětí je oproti maximální hodnotě normálního hodu menší.

Směrodatné odchylky jsou stejně jako u předešlých hodů s ručníkem malé a práce svalu je během jednotlivých hodů stabilní. Jejich hodnoty jsou opět menší než u klasického hodu.

Musculus obliquus externus abdominis sinister

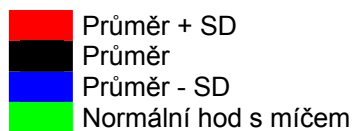
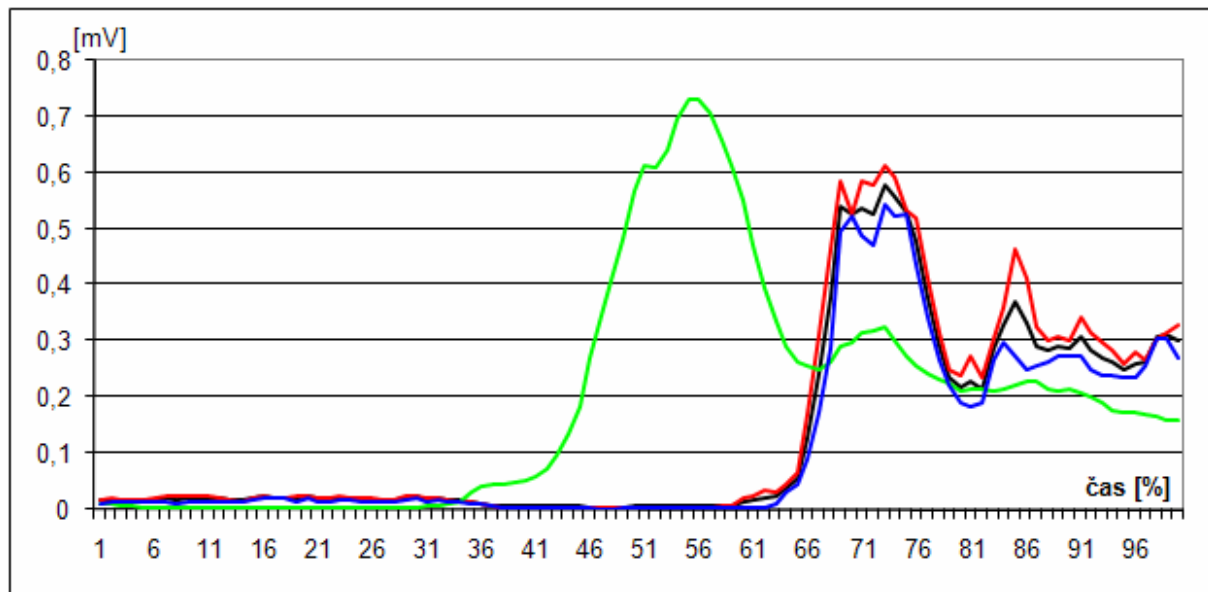


Obr. 20 EMG záznam musculus obliquus externus abdominis při hodu s ručníkem

Již ve fázi nápřahu vidíme první výrazný rozdíl v činnosti svalu ve srovnání s klasickým hodem. Napětí krátce po zahájení hodu prudce stoupá a v zápětí prudce klesá. To je způsobeno odlišným pohybem levé nohy, která se zvedá mnohem výše než při normálním hodu, což má za následek i zapojení břišního svalstva tedy i m. obliquus externus abdominis. Následný průběh akčního potenciálu je již srovnatelný s klasickým hodem. Je zde však jeden podstatný rozdíl. U hodu s ručníkem je napětí v svalu mnohem vyšší než při hodu normálním. To je způsobeno tím, že nadhazovací pohyb je odlišný a na svalstvo trupu jsou vyvíjeny větší nároky.

Co se týče směrodatných odchylek, i zde můžeme vidět v jistých místech větší rozdíly, což je opět způsobeno tím, že je nutné udržet stabilní polohu těla.

Musculus serratus anterior dexter

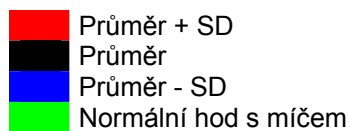
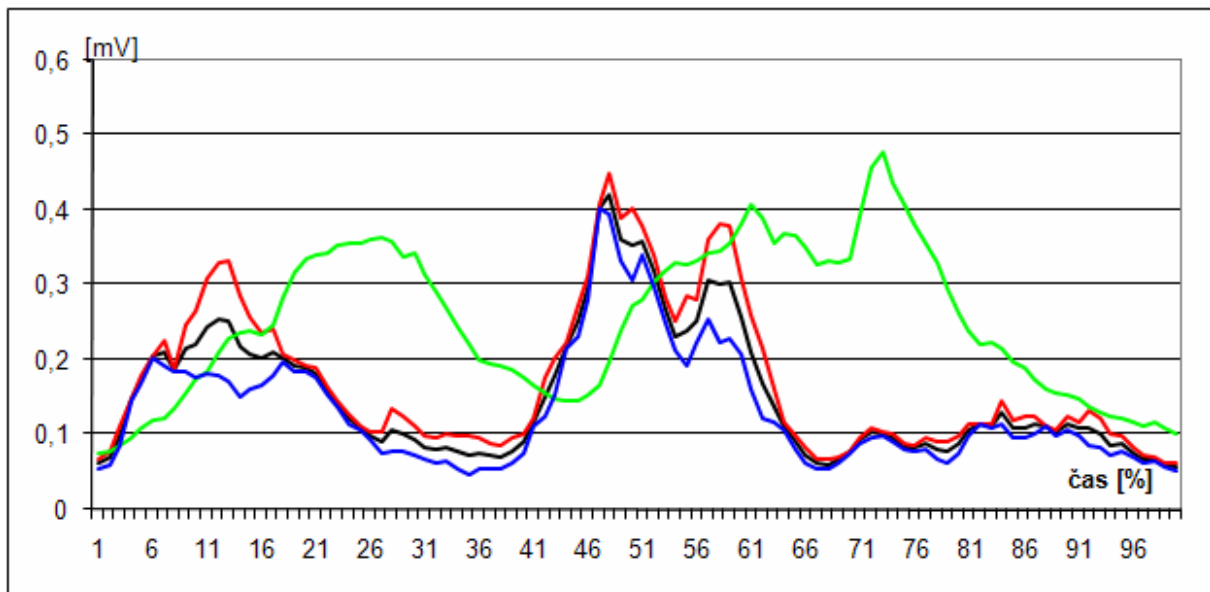


Obr. 21 EMG záznam musculus serratus anterior dexter při
hodu s ručníkem

Křivka akčního potenciálu má podobný průběh jako u normálního hodu. Maxima dosahují ve stejné chvíli tedy zhruba v půli švihové fáze. V tomto momentu je hodnota akčního potenciálu při hodu s ručníkem menší. Po následném poklesu začíná napětí opět stoupat u obou typů hodu. Při hodu s ručníkem však akční potenciál dosahuje v této fázi vyšších hodnot než je tomu u hodu klasického. Následuje mírný pokles u obou hodů. I zde můžeme pozorovat, že rychlost růstu či poklesu akčního potenciálu je rychlejší u hodu s ručníkem.

Směrodatné odchylky jsou opět menší než u hodu s ručníkem, a proto i zde je práci svalů během jednotlivých hodů možno považovat za stabilní.

Musculus tensor fasciae latae sinister



Obr. 22 EMG záznam musculus tensor fasciae latae sinister při hodu s ručníkem

V předchozích grafech jsme viděli, že činnost svalů při hodu s ručníkem je opožděna oproti normálnímu hodu. Zde je tomu opačně a činnost svalu při hodu s ručníkem předchází normálnímu hodu. I průběh napětí není tak podobný jako v předchozích případech. Je to způsobeno tím, že noha, na které se nachází m. tensor fasciae latae sinister, vykonává při hodu s ručníkem trochu odlišný pohyb ve srovnání s normálním hodem.

I zde je však patrné, že hodnoty směrodatných odchylek nejsou nijak výrazné a sval vykonává pohyb v jednotlivých pokusech stabilně.

6. Závěr

Při sledování činnosti svalů pomocí povrchové elektromyografie během hodů jednoruč vřchním obloukem a hodů s ručníkem jsme dospěli k těmto závěrům:

1. Jako první ze všech vybraných svalů se začíná výrazněji zapojovat m. tensor fasciae latae již ve fázi výkroku a nápřahu. Dalším svalem, který se již poměrně hodně zapojuje v této části je m. triceps brachii. Během další fáze začíná narůstat akční potenciál většiny ostatních svalů, zcela nejvíce se však v této fázi uplatňuje m. serratus anterior, který zde dosahuje i svého maxima. Napětí v ostatních svalech začíná prudce narůstat ke konci švihové fáze a těsně před vypuštěním míče. Svého maxima dosahují až po vypuštění míče. Potom již akční potenciály postupně klesají.
2. Velikosti směrodatných odchylek byly u všech svalů vyjma m. obliquus externus abdominis poměrně malé. To znamená, že jednotlivé svaly pracovaly v každém hodu téměř stejně. U m. obliquus externus abdominis jsou již směrodatné odchylky místy větší. Je to dáno zřejmě tím, že jde o sval trupu, který je nucen se podílet na udržování stabilní polohy těla. Můžeme tedy říci, že průběh práce i tohoto svalu je v jednotlivých hodech podobný, pouze s určitými výchytkami způsobenými udržováním stability.
3. U hodů ručníkem lze říci, že většina svalů pracuje podobně jako při hodu normálním, akorát hodnoty akčních potenciálů nejsou tak vysoké. Jsou však i jisté okamžiky, kdy napětí ve svalu při hodu s ručníkem je vyšší než při normálním. Ručník tedy v jistých okamžicích zapojuje svaly více než klasický hod. To, že maximální akční potenciály nedosahují tak vysokých hodnot je výhodou, protože i při mnohonásobném opakování tohoto průpravného cvičení nevzniká tak velká únava jako při běžném hodu. Změna je i v rychlosti zvedání nebo snižování akčního potenciálu. U hodů s ručníkem se napětí mění rychleji, než je tomu u hodů klasického. Porovnáním velikosti odchylek u obou typů hodů zjistíme, že mají menší velikost u hodů s ručníkem, tedy i práce svalu během různých hodů je stabilnější.

Zcela na závěr můžeme říci, že práce svalů a tedy i celková technika hodu je u sledované osoby stabilní.

Seznam použité literatury

1. Borovanský, L. a kol. *Soustavná anatomie člověka*. Praha: Avicenum, 1976
2. Coleman, G. *52 – week baseball training*. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 2000. ISBN 0-7360-0322-3.
3. Česká baseballová asociace *Příručka pro baseballové trenéry: úroveň 0*. Praha: Česká baseballová asociace, 1994.
4. Dovalil, J. a kol. *Výkon a trénink ve sportu*. 3. vyd. Praha: Olympia, 2009 ISBN 80-7033-928-4.
5. Green, Ch., American Baseball Coaches Asociation *Gold glove baseball*. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 2007. ISBN 978-0-7360-6263-3
6. Kindall, J., Winkin, J. *The baseball coaching bible*. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 2000. ISBN 0-7360-0161-1.
7. Rokyta, R. a kol. *Fyziologie: pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech*. Praha: ISV nakladatelství, 2000 ISBN 80-85866-45-5.
8. Říhová, K. *Analýza hodů vrchním obloukem pomocí povrchové elektromyografie*. Praha, 2009. 65s. Diplomová práce na UK FTVS. Vedoucí diplomové práce Vladimír Süß.
9. Simons, David G. *Travell and Simons' myofascial pain and dysfunction: the trigger point manual*. Baltimore: Williams and Wilkins, 1999 ISBN 0-683-08363-5
10. *Softball, baseball pro trenéry všech tříd*. Praha: Tělovýchovná škola, 1987.

11. Süß, V. *Softball a baseball: technika, herní situace, pravidla*. Praha: Grada, 2003 ISBN 80-247-0658-X.
12. Tábořský, F. *Základy teorie sportovních her: učební text pro bakalářské studium*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2007 ISBN 80-86317-48-X.
13. Véle, F. *Kineziologie posturálního systému*. Praha: Univerzita Karlova, 1995 ISBN 80-7184-100-5.
14. Véle, F. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2. rozš. a přeprac. vyd. Praha: Triton, 2006 ISBN 80-7254-837-9.